

ИЗВЕСТИЯ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Научный журнал
Основан в 1996 г.
Выходит 4 раза в год
Для детей старше 16 лет

4 (104) 2022

Учредитель и издатель журнала
ФГАОУ ВО “Дальневосточный федеральный университет”

СОДЕРЖАНИЕ

Региональные исследования и пространственная экономика

- ГУЛИДОВ Р.В., ПОКРАШЕНКО П.А., СТРЕЛОВ Н.Н. Предпроектная оценка эффекта экономии времени в пути для экономики региона в результате реализации крупного инфраструктурного проекта в сфере транспорта 5
- КОЗОНОГОВА Е.В., ЦЕХМИСТЕР Н.А. Методика определения стратегии отраслевого развития регионов на основе концепции path dependence 28
- СЕКУШИНА И.А. Модернизация транспортной инфраструктуры РФ: промежуточные итоги и новые вызовы 47

Исследования отрасли, рынка, фирмы

- ЧЕКУНОВ А.С. Методология распределения субсидий в сельском хозяйстве и промышленности: формулы расчёта 61

Математические методы в экономике

- ПИНЬКОВЕЦКАЯ Ю.С. Оценка использования организациями информационных технологий для обмена данными 75
- ЧАПЛЫГИН В.Г., МОРОЗ В.Н. Принятие решения по выбору паттерна инноваций при разработке стратегии промышленного предприятия в условиях неопределённости и риска 88

Менеджмент и предпринимательство

- ТЮРИНА Е.А., СВИРИДОВ М.К., НЕСТЕРОВА О.В., САКАРА Н.А. Бизнес-модель применения биоугля сельхозпроизводителями с учётом концепции LCA (Life Cycle Assessment) и углеродного следа 106

Биоэкономика и пищевые системы

- РАЗГОНОВА М.П., ЧЕРЕВАЧ Е.И., ЗИНЧЕНКО Ю.Н., ГОЛОХВАСТ К.С. Исследование сортообразцов сои *Glucine max* (L) Merr. и идентификация метаболитов методом тандемной масс-спектрометрии 121

Главный редактор
доктор экономических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ
В.Г. БЕЛКИН

Заместитель главного редактора
кандидат экономических наук, доцент Е.А. ТЮРИНА

Ответственный секретарь
К.В. ХОБТА

Редакционная коллегия

Е.Н. АРТЕМОВА — д-р техн. наук, профессор; П.Я. БАКЛАНОВ — академик РАН, д-р геогр. наук, профессор; А.Б. БАРДАЛЬ — канд. экон. наук, доцент; А.А. ВАСИН — д-р ф.-м. наук, профессор; Е.Б. ГАФФОРОВА — д-р экон. наук, доцент; Н.Б. ГРОШЕВА — д-р экон. наук, профессор; Д.М. ЖУРАВЛЕВ — д-р экон. наук, профессор; Б.Я. КАРАСТЕЛЁВ — д-р техн. наук, профессор; А.Б. КОСОЛАПОВ — д-р мед. наук, профессор; Н.В. КУЗНЕЦОВА — д-р экон. наук, профессор; Т.Н. ЛЕОНОВА — д-р экон. наук, доцент; О.Я. МЕЗЕНОВА — д-р техн. наук, профессор; С.Н. НАЙДЕН — д-р экон. наук, профессор РАН; Т.В. НАУМЕНКО — д-р филос. наук, профессор; М.В. ПАЛАГИНА — д-р биол. наук, профессор; Ю.В. ПРИХОДЬКО — д-р техн. наук, профессор; И.М. РОМАНОВА — д-р экон. наук, профессор; И.А. СЛОБОДНЯК — д-р экон. наук, профессор; Л.А. ТЕКУТЬЕВА — канд. техн. наук, доцент; Е.И. ЧЕРЕВАЧ — д-р техн. наук, профессор; Г.В. ШИРОКОВА — д-р экон. наук, профессор; А.Е. ШУМСКИЙ — д-р техн. наук, профессор

**THE BULLETIN
OF THE FAR EASTERN FEDERAL UNIVERSITY
ECONOMICS AND MANAGEMENT**

**Scientific Journal
Set up in 1996
4 issues per year
For everyone of 16+**

4(104) 2022

**Founder and publisher
Far Eastern Federal University**

CONTENTS

Regional Research & Spatial Economics

- GULIDOV R.V., POKRASHENKO P.A., STRELOV N.N. Appraisal of the Value of the Travel Time-Saving Effect for a Regional Economy as an Implication of a Large-Scale Infrastructure Project in the Transport Sector 5
- KOZONOGOVA E.V., TSEKHMISTER N.A. “Path Dependence” Concept: Methodology for Determining the Strategy of Regional Development 28
- SEKUSHINA I.A. The European North of Russia: Strategic Priorities for the Spatial Development 47

Investigation of the Industry, Market, Firm

- CHEKUNOV A.S. Methodology for the Distribution of Subsidies in Agriculture and Industry: Calculation Formulas 61

Mathematical Methods in Economics

- PINKOVETSKAIA I.S. Information Technology Use in Organizations: Assessing Data Sharing 75
- CHAPLYGIN V.G., MOROZOV V.N. Developing the Strategy of The Industrial Enterprise under Uncertainty and Risk: Decision-Making on the Choice of an Innovation Pattern 88

Management & Entrepreneurship

- TYURINA E.A., SVIRIDOV M.K., NESTEROVA O.V., SAKARA N.A. Business Model of Biochar Application by Agricultural Producers: Life Cycle Assessment (LCA) and Carbon Footprint 106

Bioeconomy & Food Systems

- RAZGONOVA M.P., CHEREVACH E.I., ZINCHENKO YU. N., GOLOKH-VAST K.S. Soybean Varieties Glycine max (L) Merr.: Identification of Metabolites by Tandem Mass Spectrometry 121

Editor-in-Chief, Doctor of Economics Sciences, Professor,
Honored Scientist of the Russian Federation
V.G. BELKIN

Vice Editor-in-Chief, Ph.D. in Economic, Associate Professor
E.A. TYURINA

Executive Secretary
K.V. KHOBTA

Editorial Board

E.N. ARTEMOVA, Doctor, Professor; P.Ya. BAKLANOV, Academician of the RAS, Doctor, Professor; A.B. BARDAL, Ph.D., Associate Professor; A.A. VASIN, Doctor, Professor; E.B. GAFFOROVA, Doctor, Associate Professor; N.B. GROSHEVA, Doctor, Professor; D.M. ZHURAVLEV, Doctor, Professor; B.Ya. KARASTELEV, Doctor, Professor; A.B. KOSOLAPOV, Doctor, Professor; N.V. KUZNETSOVA, Doctor, Professor; T.N. LEONOVA, Doctor, Associate Professor; O.Ya. MEZENOVA, Doctor, Professor; S.N. NAYDEN, Doctor, Professor RAS; T.B. NAUMENKO, Doctor, Professor; M.V. PALAGINA, Doctor, Professor; Yu.V. PRIKHODKO, Doctor, Professor; I.M. ROMANOVA, Doctor, Professor; I.A. SLOBODNYAK, Doctor, Professor; L.A. TEKUTIEVA, Ph.D., Associate Professor; E.I. CHEREVACH, Doctor, Professor; G.V. SHIROKOVA, Doctor, Professor; A.E. SHUMSKY, Doctor, Professor

Предпроектная оценка эффекта экономии времени в пути для экономики региона в результате реализации крупного инвестиционного проекта в сфере транспорта

Руслан Гулидов, Павел Покрашенко, Николай Стрелов

Восточный центр государственного планирования,
г. Хабаровск, Россия

Информация о статье

Поступила в редакцию:

30.01.2023

Принята

к опубликованию:

06.03.2023

УДК 336.532

JEL H3, H54, R42

Ключевые слова:

предпроектная оценка эффекта экономии времени в пути для экономики региона в результате реализации крупного инвестиционного проекта в сфере транспорта.

Keywords:

cost-benefit analysis, bridge, economic efficiency of investment project, Republic of Sakha (Yakutia), transport infrastructure, traffic flow, travel time savings.

Аннотация

Цель статьи — оценка экономии времени в пути как наиболее значимого эффекта от реализации крупных инвестиционных проектов в сфере транспорта. В статье кратко излагается суть широко распространённой за рубежом методологии анализа “затраты – выгоды”, используемой для оценки общественной эффективности проекта. Дается критическая оценка отечественной методики расчёта эффекта экономии времени в пути в результате строительства объектов транспортной инфраструктуры. Проанализированы факторы, влияющие на ценность времени, раскрыты различия между видами (компонентами) прогнозного трафика, из которых складывается общее время в пути. На примере проекта моста через р. Лена в районе г. Якутск произведена предпроектная оценка потенциально сэкономленного времени пассажиров, составившая суммарно за период 2021–2044 гг. 75,8 млрд руб. Масштаб только этого эффекта превосходит затраты на реализацию проекта, что свидетельствует о целесообразности реализации и государственной поддержке проекта.

Appraisal of the Value of the Travel Time-saving Effect for a Regional Economy as an Implication of a Large-scale Infrastructure Project in the Transport Sector

Ruslan V. Gulidov, Pavel A. Pokrashenko, Nikolay N. Strelov

Abstract

The article's purpose is to appraise the savings in travel time as the most significant effect of implementing large-scale investment projects in the transport sector. The article briefly outlines the essence of the Cost-Benefit Analysis methodology, which is widely used abroad to assess the economic efficiency of a project. A critical assessment is given of the domestic methodology for calculating the effect of saving travel time as a result of the construction of transport infrastructure facilities. The factors influencing the value of time are analyzed, and the differences between the types (components) of future traffic flow that compose the total travel time are revealed. As an example, the assessment of the potentially saved time of passengers of the project of the bridge construction across the river Lena near the city of Yakutsk city, Yakutia (Sakha) Republic, Russia, is presented. The calculations have revealed that the time saved for the passengers, totals about 75.8 billion rubles for 2021–2044. The scale of this effect alone exceeds the project's costs, which indicates the economic viability of the implementation and governmental support of the project.

Введение

Крупные инвестиционные проекты в транспортной сфере, помимо выгод и затрат инициаторов (инвесторов), генерируют целый ряд дополнительных эффектов, действие которых распространяется далеко за пределы интересов непосредственных участников проектов и может затрагивать различные секторы экономики и социальные группы (вплоть до общества в целом). Подавляющее большинство используемых сегодня в российской практике официальных методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов базируется исключительно на учёте прямых эффектов для инвесторов (инициаторов) проекта посредством расчёта показателей коммерческой (финансовой) эффективности. За редким исключением, отечественные методики оценки эффективности проектов не предусматривают включения в анализ внешних и косвенных эффектов от их реализации [24].

За рубежом для оценки общественно значимых проектов, какими, несомненно, являются крупные проекты в сфере транспорта, широко применяется метод анализа “затраты – выгоды”, подразумевающий рассмотрение проектов с точки зрения общества в целом. Как показывает обширная зарубежная практика оценки общественной эффективности проектов в транспортной сфере, ключевым эффектом для национальной (региональной) экономики является экономия времени в пути [25]. Оценке данного эффекта на примере актуального проекта строительства крупного объекта транспортной инфраструктуры на территории Дальнего Востока — мостового перехода через р. Лена в районе г. Якутск — и посвящена данная статья.

Концептуальные аспекты оценки эффекта экономии времени в пути

В проектном анализе, в зависимости от того, в чьих интересах проводится оценка, принято различать две разновидности эффективности: финансовую (коммерческую) и общественную (экономическую). Первая базируется на критерии максимизации чистого денежного потока инвестора (инициатора), вторая — на максимизации общественного благосостояния.

Один из наиболее распространённых методов оценки общественной эффективности инвестиционных проектов — метод анализа “затраты – выгоды” (*Cost-Benefit Analysis* – СВА), в рамках которого монетизируются (представляются в денежном выражении) все возможные эффекты (выгоды) от проекта и затраты на его реализацию. Положительные эффекты представляют собой совокупную по всему обществу “готовность платить” за блага, которые генерирует проект (в экономической теории — излишек потребителя), отрицательные эффекты оцениваются совокупной “готовностью принять компенсацию” за блага, отвлекаемые на реализацию проекта, или за ущерб, связанный с проектом. Первые выражают увеличение благосостояния общества, вторые — уменьшение. Сопоставление чистого суммарного эффекта от реализации проекта (с учётом альтернативных затрат) для ситуаций “с проектом” и “без проекта” позволяет сделать выводы о желательности (эффективности) проекта для общества в целом [1].

К числу главных эффектов от проектов по созданию объектов транспортной инфраструктуры, определяющими размер выгод (излишек потребителя), обычно относят [2–5]:

- экономию времени в пути для пассажиров и грузоотправителей (грузоперевозчиков);
- снижение потерь от аварий (травм от дорожно-транспортных происшествий и гибели людей);
- изменение экологических внешних эффектов вследствие увеличения совокупного трафика и изменения конфигурации дорожной сети;
- прирост расходов на топливо, ремонт и обслуживание транспорта (в связи с более интенсивной эксплуатацией транспортных средств);
- разгрузку других существующих маршрутов и транспортных сетей;
- возникновение иных экономических выгод (изменение ценности земельных участков и объектов недвижимости, агломерационный эффект, изменение объёма выпуска на прилегающих локальных рынках и пр.).

Наиболее значимая слагаемая совокупного выигрыша потребителя при реализации транспортного проекта формируется за счёт эффекта экономии времени в пути [6].

Алгоритмы расчёта этого эффекта представлены в различных зарубежных вариациях методик оценки общественной эффективности ин-

вестиционных проектов в сфере транспорта. Однако базируются они все на единой концептуальной основе — на первом этапе выполняется оценка эффекта экономии времени в физическом выражении, затем осуществляется переход к его стоимостной оценке [с, 2-4, 7]. В РФ описание алгоритма расчётов монетизированного эффекта экономии времени в пути для пассажиров содержится в методике оценки социально-экономических эффектов от проектов строительства (реконструкции) и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры [7].

Вместе с тем, официальная отечественная версия во многом уступает зарубежным аналогам. К её недостаткам можно отнести:

- учёт только рабочего времени пассажиров и только в отношении экономически активного населения, тогда как большинство зарубежных подходов к оценке экономии времени в пути учитывают ещё и личное время пассажиров и охватывают всех членов общества;

- отсутствие рекомендаций по расчёту эффекта от проекта в натуральном выражении, в том числе отсутствуют понятия «ситуация “с проектом”» и «ситуация “без проекта”», эффект на 1 единицу транспорта;

- игнорирование эффекта от генерируемого трафика (см. ниже);

- отсутствие норм, определяющих заполненность транспортных средств пассажирами (в связи с чем расчёты становятся непрозрачными и зависимыми от субъективных оценок исследователя).

Также необходимо отметить недостатки отечественной методики общего характера, несовместимые с принципами СВА. В частности, оценка эффекта ведётся в рыночных ценах, в качестве ставки дисконтирования применяется средняя доходность долгосрочных облигаций федерального займа со сроком погашения 10 лет, в то время как транспортные проекты имеют существенно более долгий срок прогнозирования.

В этой связи работа авторов статьи по оценке эффекта экономии времени в пути для пассажиров базируется на зарубежных источниках.

За рубежом принято различать два базовых подхода к оценке экономии времени: эмпирический и расчётный [2]. Первый заключается в проведении выездных исследований и опросах пассажиров о затратах времени на перемещение по рассматриваемому маршруту до и после реализации проекта. Расчётный подход базируется на оценке стоимости единицы времени, которое может быть сэкономлено в результате реализации проекта. В основе этого подхода лежит предположение о том, что время, потраченное на поездку, является отвлечённым ресурсом, который мог бы быть использован работником для создания экономических благ или в личных целях. В предпроектном анализе наибольшее распространение получил расчётный подход.

При использовании расчётного подхода ценность времени для жителей (пассажиров) определяется множеством факторов [2]:

- напряжённостью на локальном рынке труда — чем выше уровень безработицы, тем ниже средний уровень заработной платы и, соответственно, ниже ценность личного времени;

– профессиональной детализацией — для более детального учёта экономии времени его стоимостная оценка может быть разработана для каждой профессиональной категории работников;

– видом транспорта — учитывая относительные качество и комфорт одного вида транспорта по сравнению с другими, стоимость времени в пути может различаться. Например, ценность времени пассажира автобуса обычно ниже, чем у пассажира автомобиля. Это утверждение основывается на предположении, что люди с более низким доходом (а значит, менее ценным временем) будут выбирать более медленные и менее комфортные виды транспорта. Таким образом, может быть полезно дифференцировать ценность времени по видам транспорта в соответствии с разными доходными группами;

– временем ожидания — на основе многочисленных исследований поведения потребителей выявлено большее предпочтение пассажиров к передвижению на транспорте, чем к его ожиданию или пересадкам между маршрутами [26]. Это говорит в пользу гипотезы о том, что люди более склонны сожалеть о трате времени на ожидание транспорта, чем на передвижение на транспорте. В последнем случае они получают услугу по перемещению, а в первом — тратят время в пустую, иными словами, “упущенная полезность” времени ожидания транспорта выше, чем таковая времени в пути. Например, в Великобритании экономия времени от ожидания оценивается в 2 раза выше экономии времени от поездки на автомобиле [2]. Такие различия обусловлены целым рядом факторов, состав которых ещё требуется уточнять специалистами. В этой связи в [8] рекомендуется использовать коэффициент 1,5 для времени ожидания (если отсутствуют национальные оценки);

– расстоянием поездки — взаимосвязь между стоимостью времени в пути и продолжительностью поездки обуславливается эффектом увеличения предельной бесполезности времени в пути с увеличением продолжительности поездки, большей значимостью временных ограничений при поездках на большие расстояния и различиями в распределении целей поездки на большие расстояния по сравнению с короткими расстояниями. На практике вычисление такой взаимосвязи является трудновыполнимой задачей, в силу чего используется единое значение ценности времени в пути, независящее от расстояния поездки [2];

– условиями поездки — комфортность поездки, включая возможность использовать время в пути в полезных целях, также влияет на ценность времени. Например, экономия времени в пути в условиях перегруженного вождения автомобиля выше, чем в ситуациях без перегруженности в силу сложности вождения автомобиля в это время. Другим важным аспектом является возможность работать или спать в комфортном положении во время поездки, что является ключевым преимуществом железнодорожного транспорта по сравнению с поездками автомобильным или воздушным транспортом на короткие расстояния;

– прочими факторами, включая направление поездки (городская, пригородная или междугородняя), цель нерабочей поездки (развлече-

ния, покупки и пр.), дни недели (будни или выходные), уровень дохода пассажиров, разная ценность времени водителя и пассажиров [9].

Общие затраты времени в пути принято разделять на затраты рабочего и личного времени. Для оценки стоимости единицы рабочего времени используют уровень заработной платы, характерный для места реализации проекта, включающий помимо базовой ставки заработной платы и другие компоненты, связанные с оплатой труда (премии, отпускные выплаты и пр.). В практике использования СВА в европейских странах ценность личного времени оценивается на уровне 25–40% от рабочего [2].

Методика исследования

Логика оценки общественной эффективности проекта в соответствии с методологией СВА исходит из необходимости определения и тщательного анализа всех возможных эффектов, которые несёт реализация проекта для различных групп населения как на этапе строительства, так и на этапе эксплуатации. Далее с помощью широкого арсенала, разработанных на сегодняшний день подходов, методик и расчётных алгоритмов, определяется количественное (натуральное, а затем денежное) значение этих эффектов.

Логическая схема стоимостной оценки эффекта экономии времени, в соответствии с которой авторами статьи выполнялись расчёты, представлена на рис. 1.

Оценка величины экономии времени в пути (как и других эффектов), базируется на оценке прогнозного трафика — количества единиц транспортных средств (ТС), которые будут использовать новый объект транспортной инфраструктуры в течение всего его срока эксплуатации. В зарубежной практике оценки транспортных проектов методом СВА прогнозный трафик принято делить на следующие составляющие [2]:

1. *Текущий* (already existing), определяемый как ожидаемый объём существующего трафика (в ситуации “без проекта”) в увязке с перспективами социально-экономического развития территории, примыкающей к месту реализации проекта. Эта составляющая трафика в расчётах принимается одинаковой в ситуациях “без проекта” и “с проектом”. Другими словами, делается допущение, что при сохранении действующей схемы движения весь текущий трафик может быть пропущен через существующие объекты транспортной инфраструктуры.

2. *Привлечённый* (diverted), определяемый как трафик, переключившийся на пользование созданным объектом с других видов транспорта. Величина привлечённого трафика будет зависеть от конкретных параметров и условий реализации проекта, в том числе от разницы в пропускной способности новой и действующей схем движения транспорта, наличия альтернативных видов транспорта и пропускной способностью их маршрутов и пр.

3. *Генерируемый* (generated), определяемый как трафик, создаваемый пассажиро- и грузоперевозчиками, которые в ситуации “без проекта” отказывались от совершения поездки (перевозки) [10]. Генерируемый трафик оказывает импульсивное (взрывное) воздействие на сово-

купный прогнозный трафик: в начале эксплуатации объекта происходит активное привлечение новых пользователей, которое угасает постепенно пока не будет достигнут максимум пропускной способности нового объекта инфраструктуры, что вынудит последующих потенциальных пользователей вновь отказываться от поездки [11].

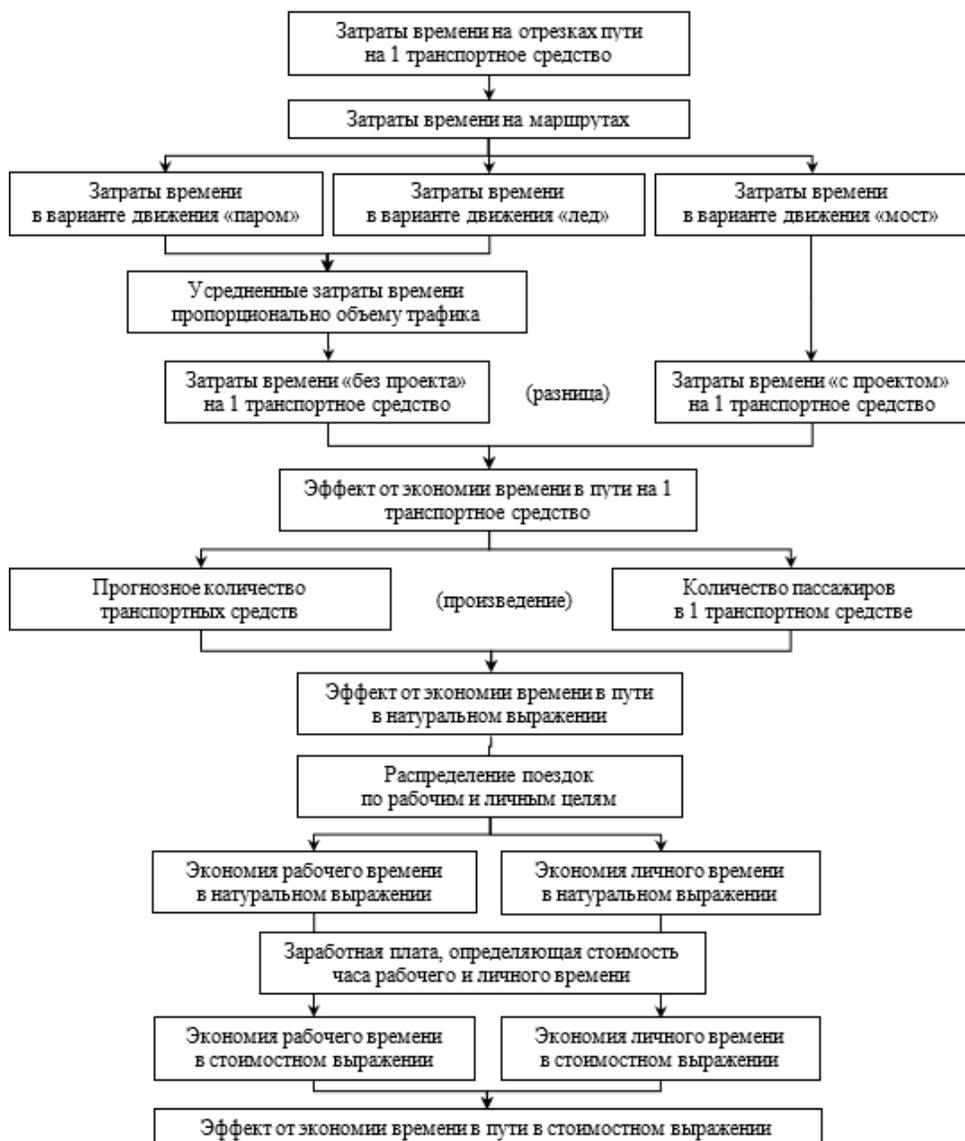


Рис. 1. Логическая схема расчёта эффекта экономии времени в пути

Оценка суммарного эффекта экономии времени, в результате реализации проекта, состоит из суммы эффектов по различным видам трафика. Эффект в отношении текущего и привлечённого видов трафика оценивается через произведение эффекта на одно ТС и размера соответствующего вида трафика. В отношении генерируемого трафика вели-

чина удельного эффекта рассчитывается как половина от величины эффекта текущего трафика на основании “правила половины” [11].

Графически “правило половины” можно проиллюстрировать моделью “спроса – предложения” на локальном рынке (рис. 2). До реализации проекта спрос и предложение на услугу транспорта находились в равновесном положении (с ценой за поездку P_0 и количеством поездок Q_0). Реализация проекта приводит к сдвигу функции предложения (в силу смены технологии оказания услуги) и установлению нового равновесного состояния.

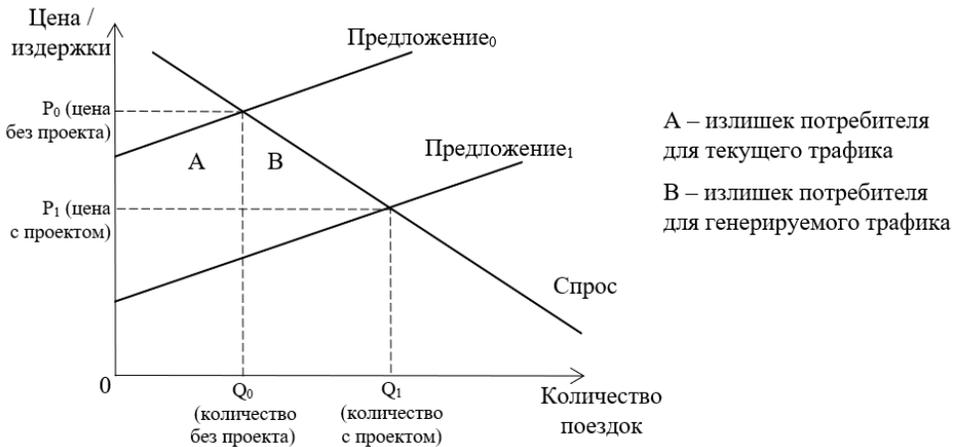


Рис. 2. Соотношение величин излишка потребителя для двух составляющих трафика

Излишек пользователя при снижении цены (затрат) для текущего трафика равен площади фигуры А, для сгенерированного трафика — площади фигуры В.

“Правило половины” базируется на допущении о линейном спросе на услуги транспорта, поскольку функция спроса неизвестна. При таком допущении потенциальные новые потребители услуг транспорта равномерно распределены между двумя крайними положениями: совершить поездку с помощью нового объекта инфраструктуры и отказаться от поездки в любом случае. Для первого сгенерированного пользователя потребительский излишек стремится к величине разности в ценах на поездку для текущих потребителей, для последнего — к нулю. Соответственно, случайный сгенерированный пользователь получит половину выгоды от реализации проекта [12].

Удельная экономия времени на одно ТС рассчитывается как разница между затратами времени в двух сценариях: “с проектом” и “без проекта” [2].

Несмотря на расчёт прогнозного трафика как количества ТС, расчёты ценности времени должны вестись относительно количества людей, передвигающихся в этих ТС. Для этого необходимо использовать данные о средней загруженности каждого вида ТС пассажирами.

В отличие от оценки финансовой (коммерческой) эффективности инвестиционных проектов, где все стоимостные показатели рассчитываются на основе рыночных цен товаров и факторов производства (труда), для оценки общественной эффективности проектов в рамках метода СВА наблюдаемые рыночные цены требуется преобразовать в *теневые* [13]. С теоретической точки зрения для этого необходимо исключить из рыночных цен искажения рынка, такие как влияние монополистов, трансфертные платежи (налоги, субсидии, акцизы, пошлины и т.д.), и добавить неучтённые в рыночных ценах оценки внешних эффектов и общественных благ. В связи с недоступностью данных, в этом исследовании теневые цены рассчитаны посредством вычитания из рыночных цен величины НДС и акцизов, теневая заработная плата оценена путём исключения налог на доходы физических лиц (НДФЛ).

Важным аспектом оценки эффекта экономии времени в пути является традиционное для инвестиционных расчётов приведение разновременных денежных потоков проекта в сопоставимый вид (дисконтирование). Необходимость его обуславливается неодинаковой стоимостью денег во времени и хорошо обоснована в соответствующей литературе [14]. Поскольку крупные инфраструктурные проекты создают блага не для конкретного индивида или хозяйствующего субъекта, а для общества в целом, то применение ставки дисконтирования, используемой для коммерческих проектов, является неприемлемым [15]. В этой связи для общественно значимых проектов возникает задача определить специфическую ставку дисконтирования — т.н. *“социальную ставку дисконтирования”*, которая количественно выражает представления общества о балансе между текущими и будущими выгодами и издержками. Чем выше значение ставки, тем более ценны для общества доход и потребление в текущий момент времени и тем меньший приоритет отдаётся будущим поколениям [16].

При определении значения социальной ставки дисконтирования исходят из общественной альтернативной стоимости капитала либо общественных межвременных предпочтений. В США, Канаде и Австралии и в некоторых других странах отдаётся предпочтение первому подходу, в европейских странах используется второй метод расчёта [15]. В большинстве развитых стран значения социальной ставки дисконтирования регулярно публикуются на государственном уровне. В российской практике этот экономический параметр на официальном уровне не используется. В конце 2000-х годов подход к расчёту социальной ставки дисконтирования на базе общественных межвременных предпочтений, в основе которого лежит формула Рамсея, был адаптирована для отечественной статистической базы [17, 18]. В нашем исследовании он был воспроизведён для условий периода 2017–2020 гг. Полученное значение социальной ставки дисконтирования составило 5,9 %.

Исходные данные и принятые допущения

Для оценки эффекта экономии времени в пути посредством метода СВА выбран проект строительства крупного объекта транспортной ин-

фраструктуры — мостового перехода через р. Лена в районе г. Якутск в Республике Саха (Якутия). Реализация проекта позволит снять многолетние инфраструктурные ограничения, препятствующие круглогодичной связи левобережной части республики с единой транспортной сетью страны. Ожидается, что в результате реализации проекта 70% населения республики, будет включено в зону круглогодичной транспортной доступности [19].

В феврале 2020 г. между Правительством Республики Саха (Якутия) и ООО “Восьмая концессионная компания” (консорциумом госкорпорации “Ростех” и холдинга “ВИС”) заключено концессионное соглашение. В соответствии с ним, общий срок реализации проекта составит 25 лет. Строительство объекта планируется завершить в I кв. 2026 г. [19]. На момент заключения соглашения общий объём финансирования проекта оценивался в 68,4 млрд руб. [20].

Мостовой переход будет располагаться на левом берегу на удалении 30 км от г. Якутск в районе с. Старая Табага, на правом — в районе с. Хаптагай. Общая протяжённость объекта составит 14,9 км, из которых непосредственно на мост будет приходиться 3,1 км, остальное — на грунтовые насыпи подходов к мосту [19].

Авторами разработаны схемы движения транспорта в ситуациях “без проекта” и “с проектом”, которые затем использовались для расчётов при определении объёма прогнозного трафика и оценке эффекта экономии времени в пути (рис. 3).

При движении из г. Якутск, после пересечения р. Лена, у автомобильного транспорта имеются два альтернативных варианта дальнейшего движения: на северо-восток в направлении Магадана (с. Нижний Бестях) и на юг в направлении автодорожной сети южной части Дальнего Востока (с. Хаптагай). В соответствии с этим были смоделированы 2 обобщённых направления движения трафика (“на северо-восток” и “на юг”).

На левом берегу р. Лена в районе г. Якутск берут начало три автотрассы, расходящиеся в северном, западном и южном направлениях: Намский, Вилюйский и Покровский тракты, соответственно. Выезды на данные трассы являются центроидами модели¹.

Непосредственно в г. Якутск нами выделено ещё 3 центроида: центр города (объединяющий в себе транспорт, разъезжающийся в разные районы города) и ещё 2 точки концентрации промышленных и оптовых складов (точки притяжения грузового трафика).

Таким образом, в г. Якутск выделено 6 альтернативных маршрутов — целей движения трафика (чёрные точки на левом берегу р. Лена). Комбинации направлений и маршрутов описывают всё возможное пространство вариантов следования трафика. Движение из каждого направления по каждому маршруту проходит по одним и тем же участкам

¹ В транспортном планировании под центроидом понимается условный (характеристический) центр транспортного района как части транспортной сети с некоторой общностью по определённым параметрам, выбранным для целей моделирования [21].

трасс или улицам города (отрезкам пути). Всего нами выделено 14 таких отрезков.

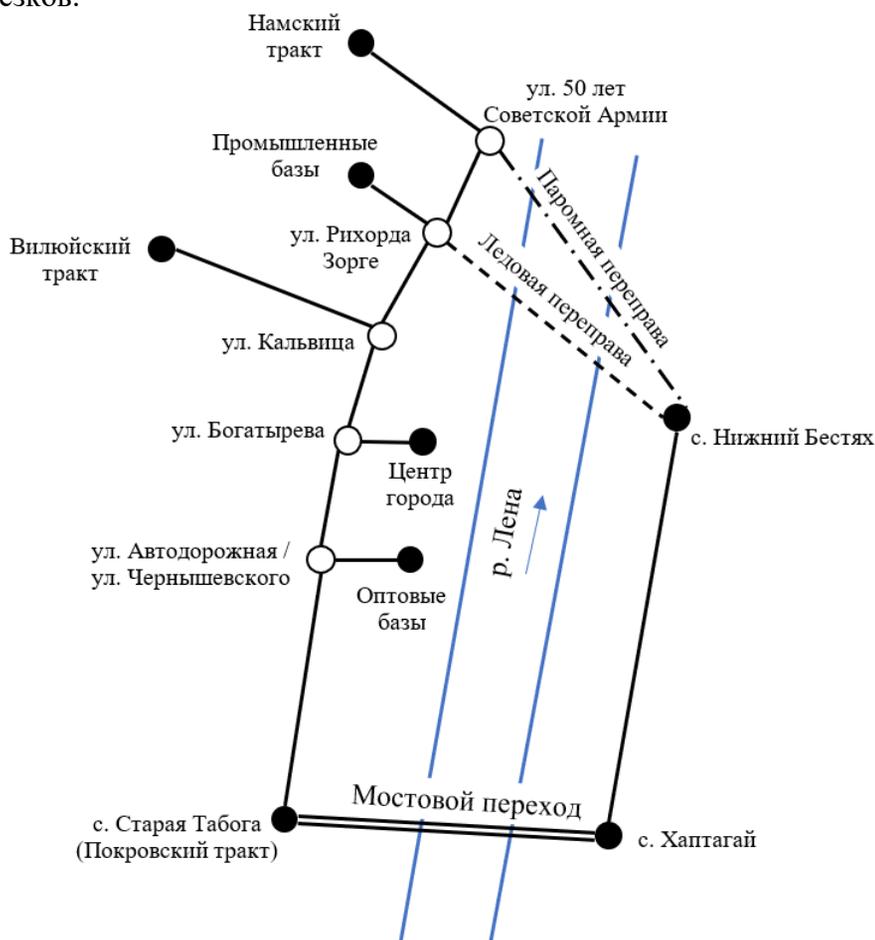


Рис. 3. Принятая в модели схема организации движения

Каждый маршрут имеет три альтернативных варианта движения: посредством мостового перехода, паромной или ледовой переправ. Первый вариант имеет место в сценарии “с проектом”, второй и третий варианты — в сценарии “без проекта”.

Текущая организация транспортного сообщения через р. Лена в районе г. Якутск зависит от времени года и погодных условий. В тёплый период года функционирует паромная переправа, в холодный — ледовая, в межсезонье используются аэроботы и суда на воздушной подушке.

Время функционирования паромной переправы — около 5 месяцев в году: с конца мая по середину октября. Временные затраты на пересечение реки транспортным средством с помощью паромной переправы складываются из времени ожидания в очереди загрузки на паром, загрузки на паром, движения на пароме и разгрузки парома. Время на загрузку и разгрузку, а также время движения парома замерялось в ходе выездного наблюдения и составило по 40 мин на загрузку и разгрузку

и 75 мин на движение¹. Для оценки времени ожидания в очереди на загрузку с помощью ПО *AnyLogic* построена имитационная модель паромной переправы, в качестве входных для которой были использованы данные о годовом объёме трафика паромной переправы (425,6 тыс. ТС) [22], структуры трафика (табл. 1), информация о количестве работающих паромов на линии и расписании их движения², оценка вместимости парома рассчитывалась на основании фотографий, загруженных из сети Интернет³, и результатов выездного наблюдения. Вместимость парома оценена в 54 легковых машиноместа. С учётом структуры трафика (24% грузовых ТС и 76% легковых) вместимость парома принята в 29 легковых и 9 грузовых автомобилей (из расчёта, что 1 грузовой автомобиль занимает место 3 легковых автомобилей). По результатам имитационного моделирования время ожидания в очереди на загрузку на паром составляет 30 мин. Таким образом суммарные временные затраты на пересечение реки с помощью паромной переправы составляют 185 мин.

При достижении необходимой толщины льда возле г. Якутск открываются ледовые переправы. Время эксплуатации переправы в среднем составляет 3 месяца в году: с середины декабря по середину марта. Среднесуточная интенсивность движения на ледовой переправе составляет 2,7 тыс. автомобилей, что составляет 250 тыс. автомобилей за сезон. С учётом экспертных оценок специалистов-транспортников Республики Саха (Якутия), годовой объём трафика ледовой переправы оценивается нами в базовом году в размере 553,3 тыс. транспортных средств (130% от объёма паромной переправы)⁴.

Таким образом, годовой объём трафика через р. Лена возле Якутска складывается из величин трафика паромной и ледовой переправ, который в сумме по итогам 2020 г. оценён в 978,9 тыс. ед. ТС.

Величиной темпа роста текущего трафика в модели приняты показатели объекта-аналога, в качестве которого рассмотрен мостовой переход через р. Амур возле г. Хабаровск, как наиболее географически близкий по расположению (территория Дальнего Востока) и схожий по функциональному значению (обеспечение круглогодичной связью административного центра региона с национальной сетью автодорог).

¹ Наблюдение проведено 19.08.2022 в течение 3 часов. Рассмотрена работа 2 паромов. Замерялся хронометраж следующих этапов: загрузка транспорта, движение по маршруту (г. Якутск – с. Нижний Бестях), разгрузка транспорта. Также замерялась вместимость паромов в легковых машиноместах.

² Расписание движения паромов по маршруту Якутск – Нижний Бестях. СМИ “Yakutia-Daily.ru”. — URL: <https://yakutia-daily.ru/raspisanie-dvizeniya-paromov-po-marshrutu-yakutsk-nizhnij-bestyah>. См. к примеру: 11 паромов курсируют на переправе “Якутск – Нижний Бестях”. — URL: <https://ysia.ru/11-paromov-kursiruyut-na-pereprave-yakutsk-nizhnij-bestyah/> (дата обращения 25.11.2022).

³ В ожидании моста. Как работает якутская переправа через Лену? Субъективный путеводитель: платформа “Дзен”. — URL: <https://dzen.ru/a/Y4HCqCgF2n3WbyPh> (дата обращения: 21.10.2022).

⁴ На основе сведений из выступлений и обсуждений участников межведомственной научно-практической конференции “Развитие транспортной инфраструктуры города Якутска: предложения и рекомендации” (15–19 августа 2022 г., г. Якутск).

Среднегодовой темп прироста трафика по Хабаровскому мосту в период 2016–2021 гг. составил в 3,2%¹. Данное значение принято в качестве ежегодного темпа роста текущего трафика в модели.

В результате строительства мостового перехода произойдёт полная трансформация схемы транспортного потока через р. Лена в районе Якутска. Перспективный объём трафика в ситуации “с проектом” будет структурно складываться из трёх вышеуказанных компонент, в отношении которых приняты следующие допущения.

1. Прогноз текущего трафика построен на допущении о том, что в период межсезонья (отсутствия автомобильного сообщения) не происходит отказа от поездки — все необходимые поездки совершаются в тёплый или холодный периоды года. Соответственно, при обеспечении круглогодичного сообщения, объём текущего трафика по мосту будет равен объёму трафика в сценарии “без проекта”.

2. Привлечённый трафик принимается равным нулю. Единственным видом транспорта, от которого могли бы быть привлечены пассажиры, является авиатранспорт. Но в силу значительной удалённости населённых пунктов в географии полётов из аэропорта г. Якутск (500 км и более)² изменение предпочтений пользователей авиатранспорта с вводом моста представляется маловероятным.

3. Динамика генерируемого трафика принята как двухкратное увеличение текущего трафика в первый год эксплуатации объектов (оценка на основе обобщённых итогов постпроектного исследования результатов замены паромных переправ мостами и туннелями в Норвегии)³.

Также принято допущение о дальнейшем росте генерируемого трафика с темпом роста текущего трафика.

Таким образом, прогнозный объём трафика за первый год полноценной эксплуатации объекта (2026 г.) составит 2,4 млн транспортных средств.

В дополнение к перспективным параметрам трафика для оценки эффекта экономии времени в пути требуется вычислить эластичность изменения реальной заработной платы. При среднегодовом темпе прироста реальной заработной платы в период 2012–2021 гг. в 2,6% в год эластичность заработной платы по ВРП в Республике Саха (Якутия) составила 1,25⁴.

¹ Рассчитано авторами на основе сведений, предоставленных ФКУ ДСД “Дальний Восток”.

² Международный аэропорт “Якутск” им. Платона Ойунского. Сезонное расписание. — URL: https://uks.aero/season_schedule (дата обращения: 10.12.2022).

³ Масштабное исследование, проведённое для 38 случаев замены паромных переправ на мост или туннель в Норвегии за период 1970–2013 гг. показало, что трафик после завершения реализации проекта в среднем более чем удвоился в первый полный год функционирования нового объекта [23].

⁴ Рассчитано авторами по данным: ИФО ВРП в основных ценах (ОКВЭД–2007). — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31083> (дата обращения: 10.09.2022); ИФО ВРП (ОКВЭД 2). — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/59449> (дата обращения: 10.09.2022); Официальный информационный портал Республики Саха (Якутия). — URL: <https://www.sakha.gov.ru/news/front/view/id/3301548> (дата обращения: 15.11.2022); Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата на одного работника по полному кругу организаций с 2017 г. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/5870> (дата обращения: 04.08.2022).

Суммарный объём прогнозного трафика в сценариях “с проектом” и “без проекта” представлен на рис. 4.

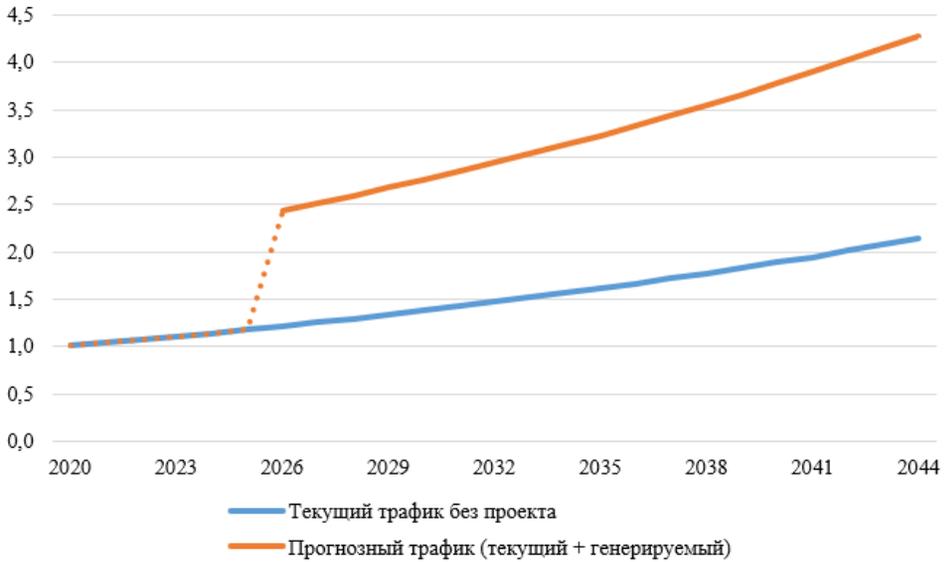


Рис. 4. Объём перспективного трафика с выделением текущего и генерируемого трафика, млн ед.

Время в пути рассчитывается как отношение длины отрезка пути к скорости движения. Полученные удельные (на 1 ТС) оценки времени в пути собираются в маршруты в разрезе вариантов пути (мост, паромная или ледовая переправа), направлений движения (на северо-восток, на юг) и категорий транспортных средств (1).

$$t(m)_{k,d,v} = \sum_{i=1}^n t(w)_i, \quad (1)$$

где $t(m)$ — затраты времени на маршруте на 1 ТС; $t(w)_i$ — затрат времени на отрезке пути i на 1 ТС; n — количество отрезков пути в маршруте; k — категория транспортного средства; d — направление движения; v — вариант пути.

Полученные результаты в агрегируются в два сценария: “с проектом” и “без проекта”. Сценарий “без проекта” содержит два варианта движения: “паром” и “лёд”. Агрегирование в условный сценарий “без проекта” происходит посредством расчёта средневзвешенной величины (2).

$$t(b)_{k,m,d} = t(f)_{k,m,d} * F(f) + t(i)_{k,m,d} * F(i), \quad (2)$$

где $t(b)$ — затраты времени на 1 ТС в сценарии “без проекта”; $t(f)$ — затраты времени на 1 ТС в варианте движения “паром”; $t(i)$ — затраты времени на 1 ТС в варианте движения “лёд”; $F(f)$ — весовой коэффициент варианта движения “паром”; $F(i)$ — весовой коэффициент варианта движения “лёд”; k — категория транспортного средства; m — маршрут; d — направление движения.

В качестве весовых коэффициентов выступают доли вариантов движения в суммарном объёме текущего трафика (табл. 4).

Таблица 4

Суммарный объём текущего трафика в сценарии “без проекта”

Вариант движения	Объём трафика, ед.	Доля в общей сумме, %
Паром	13 544 851	47
Лёд	17 608 306	53
Всего	31 153 157	100

Источник: расчёты авторов.

Сценарий “с проектом” содержит единственный вариант движения “мост” и преобразований не требует.

Эффект от проекта на 1 ед. трафика в натуральном выражении (часах) в разрезе направлений движения, маршрутов (центр Якутска, Намский тракт, Вилюйский тракт, Покровский тракт, склады промтоваров, склады продуктов) и категорий транспортных средств рассчитывается как разница времени в движении в сценарии “без проекта” и сценарии “с проектом” (3).

$$Et_{k,m,d} = t(b)_{k,m,d} - t(p)_{k,m,d}, \quad (3)$$

где Et — единичный эффект от проекта в виде экономии времени в пути в натуральном выражении на 1 ТС; $t(b)$ — затраты времени на 1 ТС в сценарии “без проекта”; $t(p)$ — затраты времени на 1 ТС в сценарии “с проектом”, k — категория транспортного средства; m — маршрут; d — направление движения.

Результаты расчётов приведены в табл. 5.

Для каждого маршрута в разрезе категорий транспортных средств и направлений движения рассчитывается объём трафика в количестве пассажиров (4).

$$P_{k,m,d,y} = A_{k,m,d,y} * C_k, \quad (4)$$

где P — количество пассажиров; A — количество транспортных средств; C — количество пассажиров в 1 ТС; k — категория транспортного средства; m — маршрут; d — направление движения; y — год реализации проекта.

Затем оценивается суммарный эффект от проекта в натуральном выражении (5).

$$ET_{k,m,d,y} = P_{k,m,d,y} * Et_{k,m,d}, \quad (5)$$

где ET — суммарный эффект от проекта в виде экономии времени в пути в натуральном выражении; P — количество пассажиров; Et — единичный эффект от проекта; k — категория транспортного средства; m — маршрут; d — направление движения; y — год реализации проекта.

Суммарный эффект от проекта в натуральном выражении делится на рабочее и личное время в соответствии с принятым допущением о соотношении рабочих и личных поездок (6).

$$ET_{k,m,d,y,u} = ET_{k,m,d,y} * F(u)_k, \quad (6)$$

где ET — суммарный эффект от проекта; $F(u)$ — коэффициент использования времени по целям поездок; u — цель поездки (рабочая и личная); k — категория транспортного средства; m — маршрут; d — направление движения; y — год реализации проекта.

Таблица 5

Эффект экономии времени в пути на 1 ТС в разрезе маршрутов, категорий транспортных средств и направлений движения, ч/поездка

Категория ТС	Порядковый номер маршрута*					
	1	2	3	4	5	6
Направление “на северо-восток”						
Мотоциклы	+1,720	+1,326	+1,654	+2,795	+1,474	+2,200
Легковые	+1,625	+1,231	+1,559	+2,796	+1,379	+2,105
Автобусы	+1,478	+1,084	+1,412	+2,797	+1,232	+1,958
Грузовики: лёгкие	+1,547	+1,153	+1,481	+2,796	+1,301	+2,027
средние	+1,244	+0,849	+1,177	+2,798	+0,997	+1,724
тяжёлые	+0,775	+0,302	+0,695	+2,889	+0,479	+1,351
Направление “на юг”						
Мотоциклы	+1,909	+1,514	+1,842	+2,983	+1,662	+2,389
Легковые	+1,908	+1,513	+1,841	+3,078	+1,661	+2,388
Автобусы	+1,907	+1,512	+1,840	+3,225	+1,660	+2,387
Грузовики: лёгкие	+1,907	+1,513	+1,841	+3,156	+1,661	+2,387
средние	+1,905	+1,511	+1,839	+3,460	+1,659	+2,385
тяжёлые	+1,894	+1,420	+1,814	+4,008	+1,598	+2,470

* Маршруты: 1. Центр Якутска; 2. Намский тракт; 3. Вилюйский тракт; 4. Покровский тракт; 5. Склады промтоваров; 6. Склады продуктов.

Источник: расчёты авторов.

Полученные результаты суммируются в маршруты, направления движения и, таким образом, рассчитывается значение суммарного эффекта в год для каждой из целей поездок (7).

$$ET_{y,u} = \sum_d^2 \sum_m^6 \sum_k^6 ET_{k,m,d}, \quad (7)$$

где ET — суммарный эффект от проекта; u — цель поездки; k — категория транспортного средства; m — маршрут; d — направление движения; y — год реализации проекта.

Полученные результаты представлены на рис. 5.

Для перехода к стоимостной оценке эффекта экономии времени в пути пассажиров вычислена стоимость среднего часа рабочего вре-

мени на основе среднемесячной заработной платы (8). Для базового года стоимость часа рабочего времени составила 459 руб.¹

$$H_w = S_m \div 21 \div 8, \quad (8)$$

где H_w — стоимость часа рабочего времени; S_m — среднемесячная заработная плата; 21 — количество рабочих дней в месяце; 8 — количество рабочих часов в день.

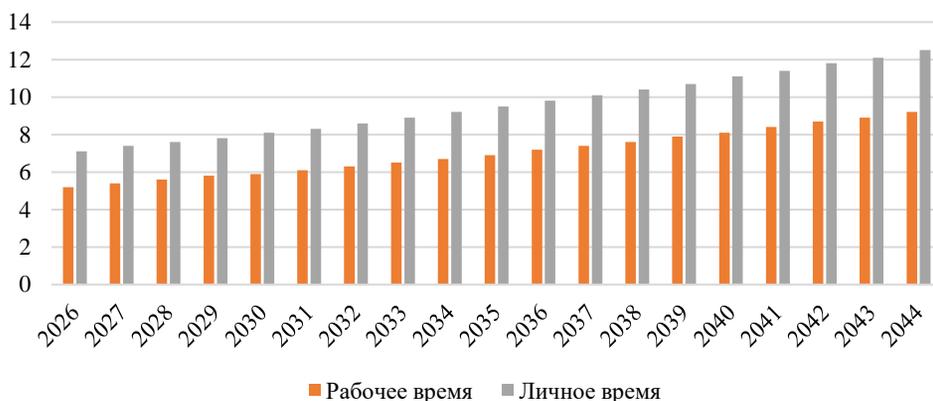


Рис. 5. Суммарный эффект от экономии рабочего и личного времени пассажиров текущего трафика в натуральном выражении, млн час

При оценке соотношения личного и рабочего времени делалось предположение о более высокой ценности личного времени для жителей региона по следующим причинам. Невысокая благоустроенность индивидуального жилья в г. Якутск и в близлежащих посёлках (по сравнению с Западной Европой), увеличивают количество домашних дел, выполняемых жителями в личное время. Также большое значение имеют существенно более суровые природно-климатические условия, что требует большего времени на отдых и восстановление сил. В этой связи, как предполагается, жители региона склонны больше дорожить своим личным временем, поэтому стоимость часа личного времени (H_p) оценена по максимальной границе, рекомендуемой методическим руководством ЕС-интервале (25–40%) от стоимости рабочего часа [2].

Объёмы времени переведены в стоимостное выражение в соответствии с принятой стоимостью рабочего и личного времени и агрегированы в итоговые значения (9).

$$VOT_y = ET_{y,w} * H_w + ET_{y,p} * H_p, \quad (9)$$

где VOT — суммарный эффект от проекта в стоимостном выражении; ET — суммарный эффект от проекта в натуральном выражении; H_w — стоимость часа рабочего времени; H_p — стоимость часа личного времени;

¹ Рассчитано по: Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата на одного работника по полному кругу организаций с 2017 г. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/5870> (дата обращения: 04.08.2022).

w — поездка по рабочим целям; p — поездка по личным целям; y — год реализации проекта.

В завершение расчётов годовые эффекты конвертируются в теневые цены, приводятся к базовому году путём дисконтирования и суммируются за плановый период (формула 10).

$$VOT^{s,d} = \sum_y^{19} \frac{VOT_y * (1 - \text{НДФЛ})}{(1 + SDR)^{n-1}}, \quad (10)$$

где $VOT^{s,d}$ — обобщённый эффект от проекта (в стоимостном выражении в теневых ценах и дисконтированный); VOT — суммарный эффект от проекта в стоимостном выражении (в рыночных ценах и номинальном выражении); НДФЛ — ставка налога на доходы физических лиц; SDR — социальная ставка дисконтирования; n — порядковый номер года реализации проекта; y — год реализации проекта.

Результаты расчётов приведены в табл. 6.

Таблица 6

Суммарный эффект от экономии рабочего и личного времени пассажиров текущего трафика в стоимостном выражении, млрд руб.

Год	Рабочее время	Личное время	Всего в номинальных ценах	Всего в теневых ценах	Всего в теневых дисконтированных ценах
2026	2,8	1,5	4,3	3,8	2,671
2027	3,0	1,6	4,6	4,0	2,670
2028	3,1	1,7	4,9	4,2	2,668
2029	3,3	1,8	5,1	4,5	2,667
2030	3,5	1,9	5,4	4,7	2,665
2031	3,7	2,0	5,8	5,0	2,664
2032	3,9	2,1	6,1	5,3	2,662
2033	4,2	2,3	6,4	5,6	2,661
2034	4,4	2,4	6,8	5,9	2,660
2035	4,7	2,5	7,2	6,3	2,658
2036	4,9	2,7	7,6	6,6	2,657
2037	5,2	2,8	8,1	7,0	2,655
2038	5,5	3,0	8,6	7,4	2,654
2039	5,9	3,2	9,1	7,9	2,652
2040	6,2	3,4	9,6	8,3	2,651
2041	6,6	3,6	10,1	8,8	2,649
2042	7,0	3,8	10,7	9,3	2,648
2043	7,4	4,0	11,4	9,9	2,646
2044	7,8	4,2	12,0	10,5	2,645
Итого	—	—	—	—	50,503

Источник: расчёт авторов.

По результатам вычислений оценка экономии времени в пути в стоимостном выражении за рассматриваемый период (2021–2044 г.) составила 50,5 млрд руб.

В отношении генерируемого трафика расчёты произведены аналогично расчётам в части перспективного трафика с учётом “правила половины”. Оценка экономии времени составила 25,3 млрд руб.

Таким образом, суммарный эффект, складывающийся из эффектов от текущего и генерируемого трафика, составил 75,8 млрд руб.

Заключение

Оценка общественной эффективности инвестиционных проектов имеет принципиальное отличие от коммерческой эффективности в том, что оценивает интересы всего общества, а не отдельного юридического лица — инициатора проекта. Эффекты для общества от реализации крупных проектов могут самыми разнообразными, не все из которых возможно монетизировать. Для транспортных проектов наиболее весомый эффект, как показывает зарубежная практика применения метода СВА, — это эффект экономии времени в пути. Данный эффект монетизируется через стоимость времени, оценённого с помощью средней ставки заработной платы. Отечественный подход к оценке экономии времени в пути пока уступает своим зарубежным аналогам по корректности и полноте учёта этого эффекта.

На примере инвестиционного проекта по строительству мостового перехода через р. Лену в районе г. Якутск нами оценён в натуральном и стоимостном выражении эффект экономии времени в пути. Сначала оценён удельный эффект на 1 транспортное средство каждой категории, затем суммарный для всего прогнозного объёма трафика. Полученный объём экономии составляет 75,8 млрд руб. за период с 2021 по 2044 г. Объём только этого эффекта превосходит проектную стоимость строительства моста (по состоянию на июль 2022 г.), что свидетельствует целесообразности его строительства.

Список источников

1. Boardman A.E., Greenberg D.H., Vining A.R. [et I.]. Cost-Benefit Analysis: concepts and practice. Fifth edition. — Cambridge, United Kingdom; New York, NY: Cambridge University Press, 2018. — 606 p.
2. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects — Economic appraisal tool for cohesion policy 2014–2020. European Commission. — Brussel, Belgium: Directorate General for Regional Policy, 2014. — 358 p.
3. Transport for NSW Cost-Benefit Analysis Guide. — Sydney, Australia: New South Wales Government, 2019. — 45 p.
4. Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment. Deliverable 5. Proposal for Harmonised Guidelines. — Stuttgart, Germany: Institute of Energy Economics and Rational Energy Use, 2006. — 149 p.
5. Cost-Benefit Analysis for Development: A Practical Guide. — Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank, 2013. — 377 p.

6. Мельников Р.М. Оценка эффективности общественно значимых инвестиционных проектов методом анализа издержек и выгод: учебное пособие. — М.: Проспект, 2016. — 240 с.
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 26.11.2019 № 1512 (ред. от 26.11.2019) “Об утверждении методики оценки социально-экономических эффектов от проектов строительства (реконструкции) и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры, планируемых к реализации с привлечением средств федерального бюджета, а также с предоставлением государственных гарантий Российской Федерации и налоговых льгот”.
8. Transport Economics, Policy and Poverty Thematic Group. — Washington: World Bank. 2005. № TRN-21. — 38 p.
9. HEATCO: Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment. Deliverable 5. — Denmark: COWI A/S, 2004. — 139 p.
10. Guidelines for the Economic Analysis of Projects. — Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank, 2017.
11. Generated Traffic and Induced Travel. Implications for Transport Planning. — Victoria, Canada: Victoria Transport Policy Institute, 2012.
12. Romijn G., Renes G. General Guidance for Cost-Benefit Analysis. — Hague, Netherlands: Netherlands Environmental Assessment Agency, 2013.
13. Little I.M.D., Mirrlees J.A. Project Appraisal and Planning for Developing Countries. — London: Heinemann Educational Books, 1974. — 388 p.
14. Смоляк С.А. Дисконтирование денежных потоков в задачах оценки эффективности инвестиционных проектов и стоимости имущества // ЦЭМИ РАН. 2006. 324 с.
15. Zhuang J., Hang Z., Lin T. [et al.]. Theory and Practice in the Choice of Social Discount Rate for Cost-Benefit Analysis: A Survey. — Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank, 2007. — 50 p.
16. Moore M.A., Vining A.R. The Social Rate of Time Preference and the Social Discount Rate. — Washington: Mercatus Center at George Mason University, 2018. — 29 p.
17. Емельянов А.М. Оценка значения социальной ставки дисконтирования для России и проведение межстрановых сравнений // Финансы и кредит. 2007. № 46. С. 63–71.
18. Шелунцова М.А. Оценка диапазона значений социальной ставки дисконтирования для различных сфер общественного сектора экономики // Экономический анализ: теория и практика. 2010. № 42. С. 34–41.
19. Предложение ООО “Восьмая концессионная компания” о заключении концессионного соглашения с приложением проекта соглашения. — URL: <https://torgi.gov.ru/restricted/notification/notificationView.html?notificationId=39572856&lotId=39573340&prevPageN=5> (дата обращения: 25.05.2022).
20. Официальный сайт оператора Ленского моста. — URL: <https://mostlena.ru/> (дата обращения: 22.11.2022).
21. Капский Д.В., Лосин Л. А. Транспорт в планировке городов. Ч. 1: Транспортное планирование: математическое моделирование. — Минск: БНТУ, 2019. — 94 с.
22. Распоряжение Правительства Республики Саха (Якутия) от 28.12.2020 № 1250-р “О Стратегии развития Якутского транспортно-логистического узла Республики Саха (Якутия) до 2032 года”.

23. Welde A., Tveter E., Odeck J. The Traffic Effects of Fixed Links: Short and Long-Run Forecast Accuracy // 46th European Transport Conference. Dublin, Ireland: Transportation Research Procedia, 2018. Vol. 42. 74 p.
24. Gulidov R., Palazhchenko D. Comparison of Russian and Foreign Approaches to the Assessment of the Economic Efficiency of Investment Projects // Working Papers from the Eastern State Planning Center, 2021. 40 p. — URL: <https://EconPapers.repec.org/RePEc:aln:wpaper:350-00001-21/4>.
25. Economic Appraisal Vademecum 2021–2027. General Principles and Sector Applications. European Commission. — Brussel, Belgium: Directorate General for Regional Policy, 2021. — 98 p.
26. Transport Analysis Guidance (TAG). TAG Unit A1.3. User and Provider Impacts. Department for Transport of His Majesty's Government. — The United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland. 2022.

Сведения об авторах / About authors

Гулидов Руслан Витальевич, кандидат экономических наук, первый заместитель директора Федерального автономного научного учреждения “Восточный центр государственного планирования”. 680000, г. Хабаровск, ул. Льва Толстого, д. 8. ORCID: 0000-0002-1542-4901. E-mail: r.gulidov@vostokgosplan.ru.

Ruslan V. Gulidov, PhD in Economics, First Deputy Director, Federal Autonomous Scientific Institution “Eastern State Planning Center”. 8 Leo Tolstoy St., Khabarovsk, 680000, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-1542-4901. E-mail: r.gulidov@vostokgosplan.ru.

Покрашенко Павел Александрович, начальник экспертно-аналитического отдела Федерального автономного научного учреждения “Восточный центр государственного планирования”. 680000, г. Хабаровск, ул. Льва Толстого, д. 8. ORCID: 0000-0003-3287-9761. E-mail: p.pokrashenko@vostokgosplan.ru.

Pavel A. Pokrashenko, Head of analytical department, Federal Autonomous Scientific Institution “Eastern State Planning Center”. 8 Leo Tolstoy St., Khabarovsk, 680000, Russian Federation. ORCID: 0000-0003-3287-9761. E-mail: p.pokrashenko@vostokgosplan.ru.

Стрелов Николай Николаевич, руководитель проектов Экспертно-аналитического отдела, Федеральное автономное научное учреждение “Восточный центр государственного планирования”. 680000, г. Хабаровск, ул. Льва Толстого, д. 8. ORCID: 0000-0002-4933-2407. E-mail: n.strelov@vostokgosplan.ru.

Nikolay N. Strelov, Project Lead, Analytical Department, Federal Autonomous Scientific Institution “Eastern State Planning Center”. 8 Leo Tolstoy St., Khabarovsk, 680000, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-4933-2407. E-mail: n.strelov@vostokgosplan.ru.

Методика определения стратегии отраслевого развития регионов на основе концепции path dependence

Елена Козоногова, Нина Цехмистер

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
г. Пермь, Россия

Информация о статье

Поступила в редакцию:
17.07.2022

Принята
к опубликованию:
06.03.2023

УДК 332.1

JEL O18, R12

Ключевые слова:

отраслевое развитие регионов, региональная экономика, региональная специализация, траектория предшествующего развития (path dependence), “эффект колеи”, коэффициент локализации, технологическая связность.

Keywords:

sectoral development of regions, regional economy, regional specialization, path dependence, coefficient of localization, technological proximity.

Аннотация

При разработке стратегии отраслевого развития территории стоит учитывать, что возможность осуществления социально-экономических преобразований, во многом, predetermined сложившимися в прошлом условиями (path dependence, “эффект колеи”). Поэтому актуальным становится поиск способов преодоления “эффекта колеи”. Таким образом, в статье, на основе анализа релевантной литературы, было сформулировано определение понятия “эффект колеи”, а также рассмотрены методы его преодоления. Разработана методика определения путей смены траектории предшествующего развития. Апробация методики произведена на основе показателя “среднесписочная численность работников по полному кругу организаций” за 2009–2019 гг. для 85 регионов РФ по 107 видам деятельности. Для Пермского края выявлены 29 отраслей текущей специализации и, на основе полученных авторами данных о технологической связности отраслей, определены направления отраслевого развития региона.

Methodology for Determining the Strategy of Regional Development Based on the “Path Dependence” Concept

Elena V. Kozonogova, Nina A. Tsekhmister

Abstract

A territory development strategy is aimed at socio-economic transformations of a region, but its implementation is largely predetermined by the socio-

economic patterns of the past (“path dependence” or “rut effect”). Therefore, the search for the ways to overcome “path dependence” becomes relevant. The author analyzes the relevant literature, formulates a “rut effect” concept, and overviews the methods for overcoming the effect. A technique has been developed for determining the ways to change the trajectory of the previous development. Methodology approximation has been carried out using an indicator “an average number of employees in the full range of organizations” for the period 2009–2019 for 85 regions of the Russian Federation for 107 types of activities. The study identifies 29 branches of current specialization for the Perm Territory and determines directions for the regional development using the author’s research findings on the technological connectivity of the branches.

Введение

В современном мире первостепенной задачей, стоящей перед органами власти, является поиск факторов, повышающих темпы экономического роста. Решение настоящей проблемы тесно взаимосвязано с разработкой стратегических направлений развития субъектов. Тем не менее, необходимо принимать во внимание факт зависимости экономики региона от его исторически сложившейся траектории развития (*path dependence*). Данная концепция применяется, главным образом, к России в целом, но не к её конкретным субъектам. Смену траектории экономического развития целесообразнее будет проводить посредством трансформации региональной политики. В рамках представленной работы показано приложение данной концепции к анализу реструктуризации региональной экономики (на примере Пермского края).

Таким образом, цель настоящего исследования — разработка подхода, позволяющего территории преодолеть траекторию предшествующего развития и перейти на инновационную траекторию экономического развития, опирающуюся на сложившуюся структуру промышленного производства посредством развития межрегионального сотрудничества и связи с высокотехнологичными секторами экономики.

Теоретические подходы к определению “эффекта колеи”

Текущие направления социально-экономического развития территорий предопределены сложившимися в прошлом условиями. В эволюционной экономической теории существует термин, который в английском варианте называется *path dependence*, а в отечественной литературе его интерпретируют как “эффект колеи” или “зависимость от траектории предшествующего развития”.

Основоположниками идеи наличия “эффекта колеи” являются американские учёные П. Дэвид (1985) и Б. Артур (1989) [1, 2]. В своих работах они анализировали, по какой причине развитие экономических субъектов осуществляется не самым рациональным путём и почему преобладание неэффективных стандартов и технологий становится единственно возможным сценарием развития территорий. По мнению П. Дэвида, на зависимость от предшествующего развития большее влияние оказывают именно случайные события.

Концепцию path dependency также изучал американский экономист Д. Норт, под которой учёный понимал направление развития по определённому пути, на которое влияют последствия решений, принятых в связи со случайными обстоятельствами или небольшими событиями [3]. То есть ограничения возможности выбора в настоящем основаны на историческом опыте прошлого.

В многочисленных работах отечественных учёных под “зависимостью от пути” или “эффектом колеи” понимается траектория движения, на которой удерживается страна или регион ввиду определённых причин, не преодолев которые субъект не может сменить свою траекторию развития [7, с. 54–60]. Эти причины различны: дешевле сохранять традиционные институты, нежели создавать новые [12, с. 95–101]; превалирование исторического закрепления над сиюминутным воздействием совокупных социально-экономических факторов [11, с. 5–24]; неэффективность выбора, сделанного в бифуркационных точках социально-экономического развития [13, с. 7–26]; выгодность определённых решений в краткосрочном периоде (однако в долгосрочном они не просто менее эффективны, чем альтернативные, но делают дальнейшее развитие просто невозможным) [14]. При этом многие факторы, такие как институциональные механизмы, навыки, поведенческие модели и ментальные установки местных жителей, производственные процессы и организационные принципы компаний, функциональное зонирование пространства [5, с. 53–64], высокие расходы на “разворот”, увеличение отдачи от масштаба, самоподдерживающее развитие и положительная обратная связь [18, с. 663–642] тормозят развитие новых тенденций и препятствуют уходу с исторически сложившейся траектории.

Таким образом, опираясь на вышеупомянутые работы, можно обобщить, что под Path Dependency (“эффект колеи”) учёными подразумевается устойчивая зависимость, которая удерживает территорию в определённых исторически сложившихся и устойчиво сохраняющихся во времени, но сравнительно неэффективных направлениях развития, несмотря на наличие более эффективных альтернатив.

Для экономических субъектов целесообразно разрабатывать стратегии преодоления зависимости от предшествующего развития, поскольку от длительности нахождения региона на инерционной траектории зависит стоимость перехода на новую траекторию в будущем. Важным условием достижения высокой эффективности производства является способность региона менять вектор своего развития.

Методы преодоления “эффекта колеи”

“Эффект колеи” является одним из аспектов, который определяет институциональную структуру общества. Данное явление в значительной степени влияет на возможности реализации социально-экономической модернизации в нашей стране [11, с. 5–24]. При этом следует иметь в виду, что в многочисленных российских регионах существует значительная дифференциация по экономическим, политическим, природным, социально-демографическим и прочим условиям. По этой причине

унифицированные подходы, направленные на некие усреднённые условия, обречены на провал [19, с. 684–696]. Тем не менее, некоторые учёные все же рассматривают варианты ухода от исторически сложившейся траектории развития. Рассмотрим некоторые из них.

Технологические инновации. Ряд исследователей считает выход из “колеи” возможен через внедрение технологических инноваций во всех секторах экономики, с помощью которых регионы заменяют старые технологии новыми, более совершенными [19, с. 684–696]. В этом случае территория развивается напрямую в менее связанные или даже не связанные отрасли [6, с. 1–24]. Такие регионы обгоняют по темпам экономического роста те, которые “закрываются” при более зрелых отраслях.

Технологическая близость. Обмен информацией, идеями, опытом, технологиями не будет происходить между любыми отраслями, а только если эти отрасли технологически близки. Высокая технологическая связность отраслей создаёт условия распространения вторичных знаний и появления новых отраслей, которые могут проникать также посредством развития сотрудничества с другими регионами.

Межрегиональное сотрудничество. Межрегиональные связи могут позволить регионам продвинуться дальше в плане этапов их развития. Субъекты с более сильными межрегиональными связями имеют более высокую способность развивать новые отрасли, которые в меньшей степени связаны с их существующей производственной структурой [6, с. 1–24]. Таким образом, жёсткость и зависимость от траектории облегчаются благодаря процессам обмена, когда регионы могут импортировать свежие знания и современные технологии. Преднамеренно инвестируя в создание межрегиональных связей, субъекты могут увеличить разнообразие доступных им знаний, ресурсов и возможностей и избежать потенциальных ограничений.

Институты и культура. Смена траектории регионального развития предполагает не только переход к кардинально другой стратегии развития, но и трансформацию уровня институтов и культуры. А.А. Аузан считает, что институты и культуры влияют на “залипание” страны “в колею”, так как институты обуславливают выбор траектории, а “устойчивой колеей” её делает культура. Вследствие чего, “выход из колеи” связан с направленным сдвигом социокультурных характеристик [8, с. 3–17]. В этом огромную роль играют университеты, которые имеют возможность осуществлять сдвиг ценностей и поведенческих установок.

Деятельность региональных властей. Важнейшим условием смены траектории регионального развития является активная деятельность региональных администраций по повышению инвестиционной привлекательности территорий и улучшению инвестиционного климата [9, с. 364–376]. Вопрос о выборе траектории экономического развития является сугубо политической прерогативой — экономика региона самостоятельно не сможет перейти на новый путь развития. Налаживание системы тесного сотрудничества между субъектами для непрерывного обмена технологиями становится актуальной задачей региональных властей [17, с. 28–42].

Несмотря на все возникающие сложности, переход на новую траекторию экономического развития объективно возможен в перспективе. Для этого необходимо использовать совокупность всех методов, поскольку каждый метод по отдельности, вероятно, не поможет полноценно преодолеть инерционное развитие по накатанной колее.

Авторская методика определения путей преодоления траектории предшествующего развития

С учётом вышеизложенного, авторами была разработана и апробирована на примере Пермского края методика определения путей преодоления траектории предшествующего развития в целях разработки стратегии территориального развития.

Первый этап. Формирование базы статистических данных по регионам России.

Расчёт коэффициента локализации может проводиться по объёмным показателям производства, торговли, добавленной стоимости, а также показателям промышленной занятости.

В основе расчётов лежит показатель “Среднесписочная численность работников по полному кругу организаций” на уровне региона за год [10]. Выбор данного показателя для определения специализации является наиболее обоснованным, т.к. в России ввиду большой пространственной неоднородности существуют региональные различия в уровне заработной платы или ценах и др. В некоторых работах [17, с. 28–42] для определения региональной специализации помимо показателя численности занятых в экономике, анализ дополняется результирующим показателем — объёмом отгруженной продукции (работ, услуг) в действующих ценах. Однако во многом результаты дополнительного анализа подтверждают полученные данные.

Второй этап. Определение сравнительных преимуществ регионов.

С помощью коэффициента локализации осуществляется идентификация видов экономической деятельности в регионе, обладающих сравнительным преимуществом.

Коэффициент локализации рассчитывается на основе составленной на первом этапе базе данных по формуле (1):

$$LQ_{ig}^t = \frac{\frac{Emp_{ig}^t}{Emp_g^t}}{\frac{Emp_i^t}{Emp^t}}, \quad (1)$$

где LQ_{ig}^t — коэффициент локализации i -вида деятельности в регионе g в момент времени t ($t = \overline{1, T}$), $i = \overline{1, m}$, m — общее количество отраслей, $g = \overline{1, n}$, n — общее количество регионов; Emp_{ig}^t — количество занятых в i -виде деятельности в регионе g в момент времени t ; Emp_g^t — общее количество занятых в регионе g в момент времени t ; Emp_i^t — общее количество занятых в i -виде деятельности в момент времени t ; Emp^t — общее количество занятых в стране в момент времени t .

Таким образом, на основе расчёта коэффициента локализации определяется уровень сравнительного преимущества каждого региона в конкретном виде деятельности, как доля занятых в этом виде деятельности в регионе в общем количестве занятых в регионе в сравнении с долей общего количества занятых в этом виде деятельности в суммарном количестве занятых в стране. Если получившееся значение коэффициента больше 1, то регион обладает сравнительным преимуществом в данном виде деятельности.

Третий этап. Расчёт элементов матрицы технологической связности отраслей.

Под технологической связностью понимается определенная характеристика пары отраслей, отражающая степень близости между собой набора факторов производства, компетенций сотрудников и технологии производства двух видов деятельности.

Элемент матрицы технологической связности F между двумя видами экономической деятельности i и i' в момент времени t рассчитывается по формуле (2):

$$\varphi_{i,i'}^t = \frac{\sum_g M_{ig}^t M_{i'g}^t}{\max(k_{i,0} k_{i',0})}, \quad (2)$$

где M_{ig}^t — бинарная матрица, элемент которой равен единице, если коэффициент локализации в i виде деятельности выше единицы ($LQ_{ig}^t > 1$), и 0 в противном случае, при этом по столбцам указаны регионы g , а по строкам виды деятельности i ; $M_{i'g}^t$ — бинарная матрица, элемент которой равен единице, если коэффициент локализации в i' виде деятельности выше единицы ($LQ_{i'g}^t > 1$), и 0 в противном случае; $k_{i,0}$ — показатель распространенности (формула 2.1), т.е. число регионов, обладающих сравнительным преимуществом в конкретном виде деятельности, рассчитывается по формуле:

$$k_{i,0} = \sum_g M_{ig}^t, \quad (2.1)$$

$k_{g,0}$ — показатель повсеместности (формула 2.2), т.е. число видов деятельности со сравнительным преимуществом в конкретном регионе, рассчитывается по формуле:

$$k_{g,0} = \sum_i M_{ig}^t. \quad (2.2)$$

Обоснованием индекса связности является то, что если два сектора экономики тесно связаны друг с другом, то они, вероятно, требуют создания аналогичных институтов, инфраструктуры, факторов, технологий. Потенциал их совместного возникновения и успешного развития в одном регионе высок [4, 17, 21].

Четвёртый этап. Качественный анализ текущей траектории развития выбранной территории.

На данном этапе сопоставляется текущая специализация выбранной территории с “перспективными специализациями”, обозначенными в стратегии пространственного развития для данного субъекта.

Пятый этап. Определение возможных путей преодоления траектории предшествующего развития анализируемой территории в целях разработки стратегии её развития.

Результаты

На первом этапе на основе показателя “Среднесписочная численность работников по полному кругу организаций” была сформирована единая база статистических данных для 85 регионов России с 2009 г. по 2019 г. по 107 видам экономической деятельности.

Для составления базы данных используются подклассы видов деятельности (имеющие трёхзначный код по классификации ОКВЭД). Кроме того, из выборки исключаются “местные (local industries)” виды деятельности (т.к. занятость в таких отраслях равномерно распределена по всем регионам и товары, и услуги поставляются главным образом на местный рынок), и отрасли, связанные с услугами, торговлей, транспортом и пр., ввиду широкой распространённости во всех регионах.

Стоит отметить, что до 2016 г. использовался старый классификатор ОКВЭД, однако с 2017 г. ФНС перешла на новую редакцию классификатора ОКВЭД–2. По этой причине для составления единой базы данных формируется таблица соответствия ОКВЭД и ОКВЭД–2 [20].

Далее на основе составленной на первом этапе базы данных рассчитаны коэффициенты локализации — в общей сложности 100 045 значений.

Территория имеет сравнительное преимущество в определённом виде деятельности, если коэффициент локализации больше единицы. На рис. 1 представлен фрагмент графика повсеместности видов деятельности в регионах РФ за 11 лет исследуемого периода.

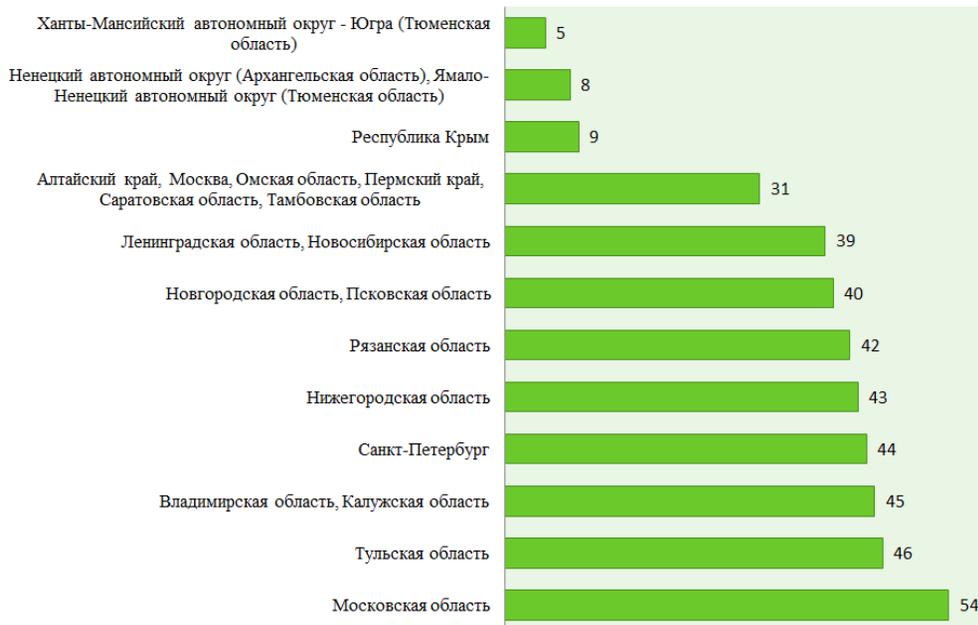


Рис. 1. Фрагмент графика повсеместности видов деятельности в регионах РФ, 2009–2019 гг.

Регионом с наибольшим количеством отраслей специализации является Московская область (54 отрасли), где вид деятельности “Производство оптических приборов, фото- и кинооборудования” имеет самое

высокое значение коэффициента локализации. Помимо Московской области, лидерами являются ещё 3 региона Центрального федерального округа — Тульская (46 отраслей), Владимирская и Калужская (45 отраслей) области.

Регионы, количество отраслей специализации в которых меньше десяти — Республика Крым, Ненецкий автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра.

Также на рис. 2 представлен фрагмент графика распространённости регионов РФ в определённых видах деятельности.

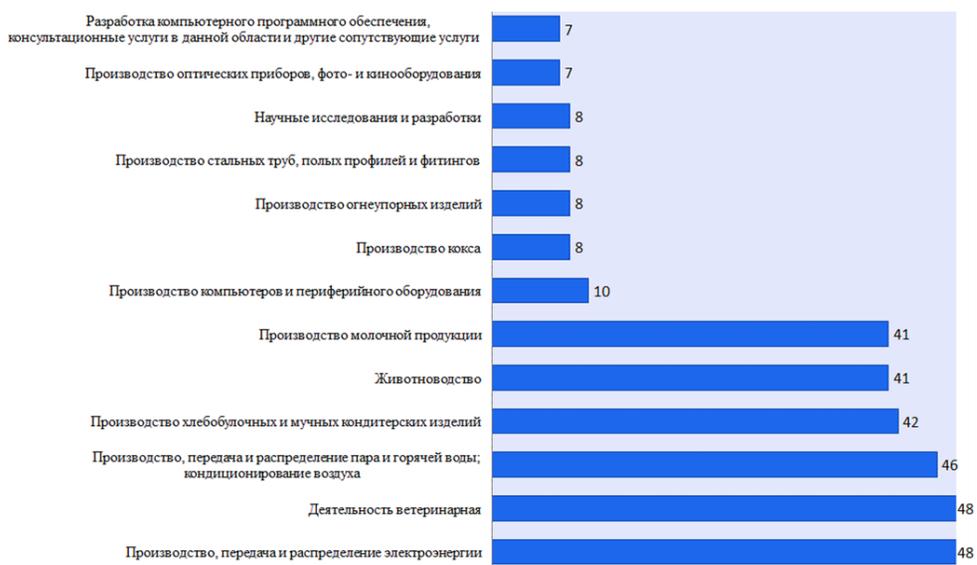


Рис. 2. Фрагмент графика распространённости регионов РФ в видах деятельности, 2009–2019 гг.

Более половины регионов специализируются в производстве, передаче и распределении электроэнергии (лидер специализации Чукотский автономный округ), ветеринарной деятельности (Чеченская Республика), а также в производстве, передаче и распределении пара и горячей воды; кондиционировании воздуха (Еврейская автономная область). В шести видах деятельности специализируются менее десяти регионов — производство кокса (лидер специализации Алтайский край); производство огнеупорных изделий (Новгородская область); производство стальных труб, полых профилей и фитингов (Волгоградская область); научные исследования и разработки (город Москва); производство оптических приборов, фото- и кинооборудования (Новосибирская область); разработка компьютерного программного обеспечения, консультационные услуги в данной области и другие сопутствующие услуги (г. Москва).

Из всех видов деятельности были выделены отрасли высокого технологического уровня, среднего высокого технологического уровня и наукоёмкие отрасли [15]. В общей сложности в составленной базе данных — это 35 видов деятельности.

На рис. 3 представлено среднее количество отраслей высокого технологического уровня, среднего высокого технологического уровня и наукоёмких отраслей для 85 субъектов РФ с 2009 г. по 2019 г. Наибольшее суммарное количество отраслей (20) по всем трём группам имеет Санкт-Петербург, который специализируется в 7 высокотехнологических, 10 средне высокотехнологических и 3 наукоёмких отраслях.

Также Санкт-Петербург вместе с Москвой являются лидерами по количеству отраслей в высокотехнологическом секторе. При этом 22 региона не представлены в этой категории совсем, 23 региона имеют лишь по одному виду деятельности.

Чувашская Республика имеет максимальное количество отраслей специализации (13 отраслей) за исследуемый период среди всех регионов в секторе отраслей среднего высокого технологического уровня. В то же время 7 регионов не представлены вообще в данном сегменте, 9 регионов имеют по одному виду деятельности.

В исследуемой выборке в секторе наукоёмких отраслей 19 регионов не представлены совсем, 48 регионов насчитывают по одной отрасли. Регионами же с наибольшим количеством наукоёмких отраслей — по 3 отрасли — являются Санкт-Петербург, Москва, Новосибирская и Томская области.

Единственным субъектом, где не представлена ни одна из трёх рассматриваемых категорий, является Ненецкий автономный округ. Также в 4 регионах (Чукотский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, Магаданская и Сахалинская области) представлены лишь по одному виду деятельности из рассматриваемой классификации.

Пермский край по усреднённым данным за 11 лет (2009–2019 гг.) занимает 27 место среди всех регионов по количеству отраслей из рассматриваемой классификации и имеет 2 высокотехнологические отрасли и 9 отраслей среднего высокого технологического уровня. Наукоёмкие отрасли в анализируемой территории не представлены.

На третьем этапе рассчитанные коэффициенты локализации включаются в расчёт показателя технологической связности между видами экономической деятельности. Технологическая связанность рассчитана также для 107 видов деятельности с 2009 г. по 2019 г. В общей сумме 125 939 значений индекса.

На рис. 4 отражена гистограмма показателей связности между видами деятельности в 2019 г. Индекс технологической связности характеризуется логнормальным распределением.

Из 11 664 значений индекса связности для 810 пар, или 13,9%, связь отсутствует, т.е. индекс связности равен нулю. Самое большое число пар видов деятельности имеют индекс связности в интервале 0,04–0,08 — 685 пар, или 11,7% выборки. Одна пара, или 0,02% всех комбинаций, имеет индекс связности в интервале 0,68–0,72 — это самая малочисленная группа, имеющая самую сильную связь в выборке (пара “Производство продуктов мукомольной и крупяной промышленности, крахмала и крахмалосодержащих продуктов” и “Выращивание однолетних культур”).

Два вида деятельности могут считаться связными, если индекс связности $\geq 0,25$. Данному критерию отвечают 1613 пар, или 27,7% от общей выборки (исключая связи между одинаковыми видами деятельности).

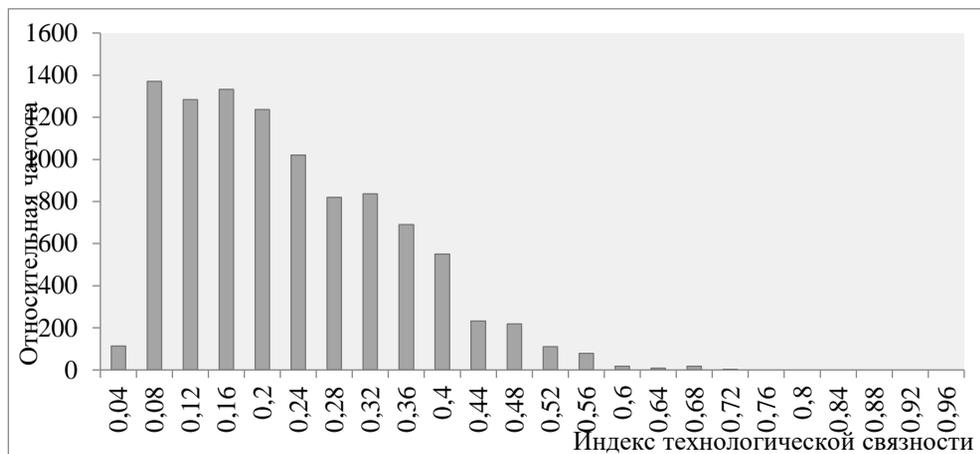


Рис. 4. Гистограмма индекса близости 2019 г.

В табл. 1 представлено количество видов деятельности, связанных с высокотехнологичными и наукоёмкими отраслями в 2019 г.

Таблица 1

Количество видов деятельности, связанных с высокотехнологичными и наукоёмкими отраслями в 2019 г.

Код	Вид экономической деятельности	Число видов экономической деятельности, коэффициент близости с которыми		
		(0–0,2)	[0,2–0,4)	[0,4–1)
Отрасли высокого технологического уровня				
21.1	Производство фармацевтических субстанций	46	33	11
26.1	Производство элементов электронной аппаратуры и печатных схем (плат)	27	55	13
26.2	Производство компьютеров и периферийного оборудования	50	15	3
26.3	Производство коммуникационного оборудования	52	40	3
26.4	Производство бытовой электроники	58	27	3
26.5	Производство контрольно-измерительных и навигационных приборов и аппаратов, производство часов	38	48	15
26.7	Производство оптических приборов, фото- и кинооборудования	50	27	7
30.3	Производство летательных аппаратов, включая космические, и соответствующего оборудования	34	58	10
Отрасли среднего высокого технологического уровня				
20.1	Производство основных химических веществ, удобрений и азотных соединений, пластмасс и синтетического каучука в первичных формах	44	57	2

Код	Вид экономической деятельности	Число видов экономической деятельности, коэффициент близости с которыми		
		(0–0,2)	[0,2–0,4)	[0,4–1)
20.2	Производство пестицидов и прочих агрохимических продуктов	60	20	5
20.3	Производство красок, даков и аналогичных материалов для нанесения покрытий, полиграфических красок и мастик	31	56	12
20.4	Производство мыла и моющих, чистящих и полирующих средств; парфюмерных и косметических средств	41	48	8
20.5	Производство прочих химических продуктов	37	53	10
20.6	Производство химических волокон	60	24	0
27.1	Производство электродвигателей, генераторов, трансформаторов и распределительных устройств, а также контрольно-измерительной аппаратуры	43	55	6
27.2	Производство электрических аккумуляторов и аккумуляторных батарей	77	14	0
27.3	Производство кабелей и кабельной арматуры	44	48	5
27.4	Производство электрических ламп и осветительного оборудования	51	41	8
27.5	Производство бытовых приборов	45	53	3
27.9	Производство прочего электрического оборудования	28	55	17
28.1	Производство машин и оборудования общего назначения	37	51	13
28.2	Производство прочих машин и оборудования общего назначения	32	53	19
28.3	Производство машин и оборудования для сельского и лесного хозяйства	38	54	6
28.4	Производство станков, машин и оборудования для обработки металлов и прочих твёрдых материалов	37	60	2
28.9	Производство прочих машин специального назначения	40	54	8
29.1	Производство автотранспортных средств	48	41	4
29.2	Производство кузовов для автотранспортных средств; производство прицепов и полуприцепов	43	51	2
29.3	Производство комплектующих и принадлежностей для автотранспортных средств	50	49	2
30.2	Производство железнодорожных локомотивов и подвижного состава	33	58	12
30.9	Производство транспортных средств и оборудования, не включённых в другие группировки	83	3	0
32.5	Производство медицинских инструментов и оборудования	31	49	22
Наукоёмкие отрасли				
62	Разработка компьютерного программного обеспечения, консультационные услуги в данной области и другие сопутствующие услуги	58	20	5

Код	Вид экономической деятельности	Число видов экономической деятельности, коэффициент близости с которыми		
		(0–0,2)	[0,2–0,4)	[0,4–1)
71	Деятельность в области архитектуры и инженерно-технического проектирования; технических испытаний, исследований и анализа	66	32	1
72	Научные исследование и разработки	45	29	10
75	Деятельность ветеринарная	58	27	15

Из 107 видов деятельности 10 видов не имеют связи с высокотехнологичными и наукоёмкими секторами (выращивание многолетних культур; рыболовство; добыча и обогащение бурого угля (лигнита), угля и антрацита; добыча природного газа и газового конденсата; добыча и обогащение железных руд; добыча полезных ископаемых, не включённых в другие группировки, производство кокса, огнеупорных изделий; производство музыкальных инструментов). Если же в качестве порогового уровня принимать значение индекса связности равное 0,4, то 30 отраслей не связаны с высокотехнологичными и наукоёмкими секторами.

Высокотехнологичные отрасли имеют связь друг с другом, например, “Разработка компьютерного программного обеспечения, консультационные услуги в данной области и другие сопутствующие услуги” и “Научные исследования и разработки”; “Производство летательных аппаратов, включая космические, и соответствующего оборудования” и “Производство кабелей и кабельной арматуры” и др.

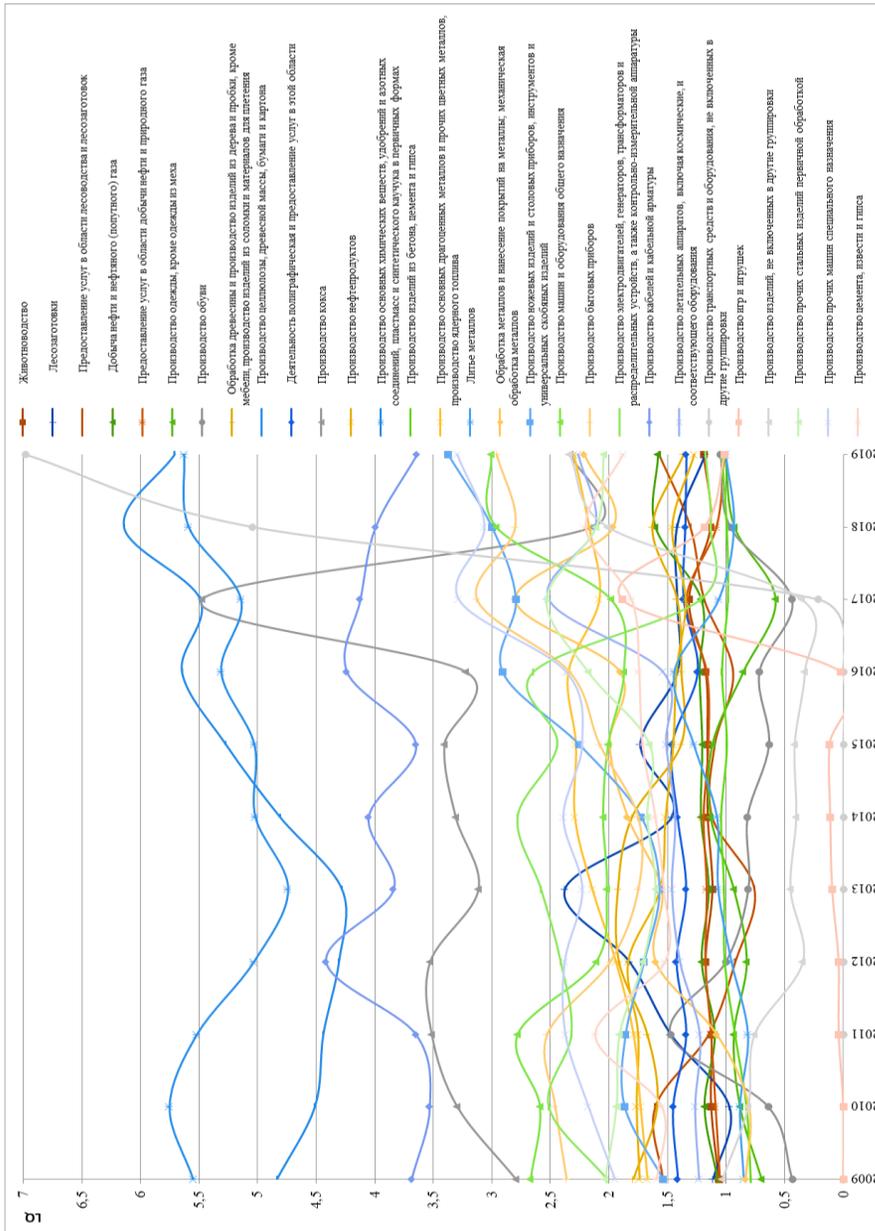
Расположение высокотехнологичных производств в регионах нередко сопровождается логично связанными отраслями, которые не относятся к высокотехнологичным. Например, “Смешанное сельское хозяйство” и “Производство машин и оборудования для сельского и лесного хозяйства”; “Производство готовых кормов для животных” и “Деятельность ветеринарная”, и др.

Существуют определённые виды экономической деятельности, логически не связанные с высокими технологиями, однако они обладают высоким индексом связности с некоторыми из них. В частности, “Производство коммуникационного оборудования” и “Производство хлебобулочных и мучных кондитерских изделий” (индекс связности 0,28); “Производство элементов электронной аппаратуры и печатных схем (плат)” и “Производство одежды, кроме одежды из меха” (0,45), и др.

На четвёртом этапе для выбранного региона сопоставляется, рассчитанная авторами, специализация с “перспективными специализациями”, обозначенными в Стратегии пространственного развития.

Апробация методики на примере Пермского края

Апробация методики производилась на примере Пермского края, за которым в Стратегии [16] закреплена 21 отрасль перспективной экономической специализации, а также 3 критически важных для экономики края.



Источник: построено на основе рассчитанных авторами коэффициентов локализации.

Рис. 5. Виды деятельности, в которых специализируется Пермский край

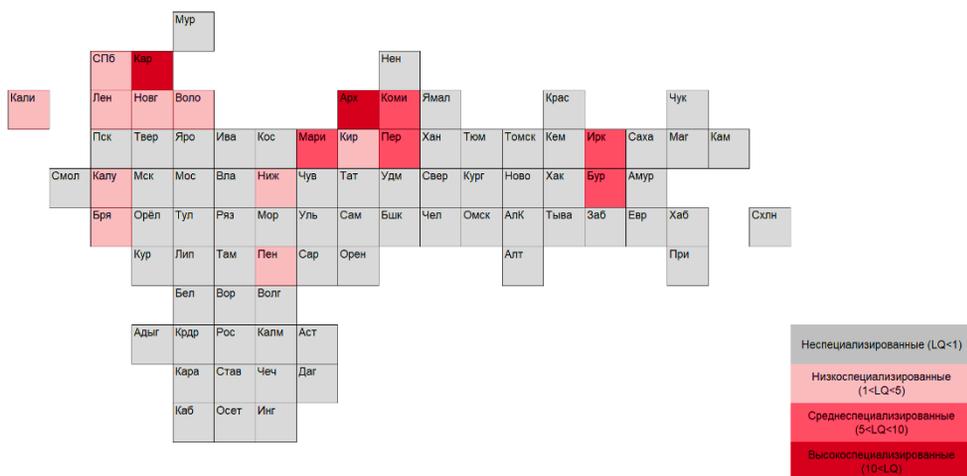
Для этого на основании рассчитанных на втором этапе коэффициентов локализации были выделены текущие отрасли специализации. В общей сложности выявлено 29 отраслей для экономики данного региона (рис. 5).

Ключевыми специализациями для анализируемого региона в течение всего рассматриваемого периода являются химическая, нефтехимическая, лесная, деревообрабатывающая, целлюлозно-бумажная, машиностроительная, металлургическая промышленности.

В соответствии с полученными результатами, в 2019 г. лишь один вид деятельности, а именно “Производство летательных аппаратов, включая космические”, в Пермском крае относится к разряду высокотехнологичных. Также выявлено 7 отраслей среднего высокого технологического уровня. Сектор наукоёмких отраслей в исследуемом субъекте не имеет сравнительных преимуществ.

Далее более подробно рассмотрены 2 отрасли специализации, имеющие самые высокие значения коэффициента локализации в Пермском крае в 2019 г.

Одной из таких отраслей является “Производство целлюлозы, древесной массы бумаги и картона” (рис. 6). Помимо Пермского края в данном виде деятельности специализируются такие регионы как Архангельская, Нижегородская области, Республики Марий Эл, Карелия, Коми, и др. Лесопромышленный комплекс Пермского края занимает одну из лидирующих позиций в стране в сфере заготовки и переработки древесины. В регионе данный вид деятельности представлен ориентировочно 17 предприятиями.

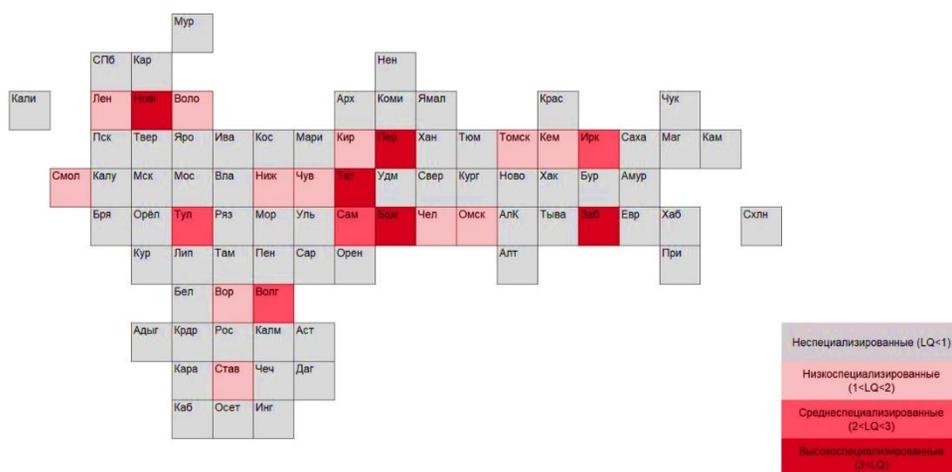


Источник: построено на основе расчётов авторов.

Рис. 6. Карта специализации регионов России по целлюлозно-бумажной промышленности

Второй отраслью специализации края является “Производство основных химических веществ, удобрений и азотных соединений, пласт-

масс и синтетического каучука в первичных формах”, где анализируемый регион обладает максимальным значением коэффициента локализации (5,6) среди всех субъектов РФ (Рис. 7). В данном виде деятельности также высокоспециализированы Новгородская область, Забайкальский край, Республики Татарстан и Башкортостан. В Пермском крае, благодаря сырьевой обеспеченности и высокому уровню подготовки квалифицированных кадров, функционирует значительный химический кластер, в состав которого входят две группы предприятий: по производству минеральных удобрений и группа предприятий отрасли с высоким уровнем передела. Химическая промышленность региона представлена порядка 31 предприятием.



Источник: построено на основе расчётов авторов.

Рис. 7. Карта специализации регионов России по химической промышленности

Из выявленных 29 отраслей специализации Пермского края семь совпали с отраслями из Стратегии пространственного развития, при этом три из них являются ведущими видами деятельности для края.

На последнем этапе определяются пути, позволяющие анализируемому региону перейти на инновационную траекторию развития с опорой на сложившуюся структуру промышленного производства, посредством развития межрегионального сотрудничества и связи с высокотехнологичными секторами экономики

Во-первых, как уже было сказано ранее, развитие межрегиональных связей может позволить регионам продвинуться дальше в плане этапов их развития. Чтобы сменить существующую траекторию, необходимо развивать межрегиональные связи в высокотехнологичных отраслях. Например, в Пермском крае сравнительным преимуществом обладает отрасль среднего высокого технологического уровня “Производство основных химических веществ, удобрений и азотных соединений, пластмасс и синтетического каучука в первичных формах”. Данная отрасль имеет самую высокую технологическую связанность (0,47)

с “Производством прочих химических продуктов”. Поэтому Пермский край должен взаимодействовать и развиваться совместно с другими регионами, имеющими сравнительное преимущество в данной отрасли — Кировская, Нижегородская области, Республика Татарстан и др.

Во-вторых, позволит уйти от исторически сложившейся траектории развития высокий уровень технологической связанности отраслей, который создаёт условия для развития новых отраслей. Поэтому необходимо также развивать невысокотехнологичные отрасли в кооперации с высокотехнологичными отраслями. Так, например, в Пермском крае сравнительным преимуществом обладает отрасль, не относящаяся к категории высокотехнологичных — “Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона”. Эта отрасль имеет высокую технологическую связанность (0,25) с отраслью среднего высокого технологического уровня “Производство красок, лаков и аналогичных материалов для нанесения покрытий, полиграфических красок и мастик”. Поэтому первый вид деятельности должен развиваться совместно с другими регионами, имеющими сравнительное преимущество в последней отрасли, такими как Свердловская и Кировская области, Республика Башкортостан и др.

Выводы

Отраслевая специализация Пермского края, закреплённая за ним в Стратегии пространственного развития, соответствует текущей специализации экономики региона. Таким образом, можно сделать вывод о том, что дальнейшее развитие экономики территории определяется исторически сложившейся траекторией развития. Смена траектории возможна посредством развития высокотехнологичных видов деятельности и межрегионального сотрудничества, которые не только стимулируют рост в уже существующих отраслях, но и несут ответственность за возникновение новой экономики. А Пермский край специализируется в одной высокотехнологичной отрасли и семи отраслях среднего высокого технологического уровня.

Заключение

В большинстве случаев, регионы сохраняют комплекс отраслей, который соответствует их текущей промышленной структуре. Поэтому формирование системы тесного межрегионального сотрудничества и повсеместное распространение технологических инноваций должны являться приоритетными задачами региональных властей.

В данной работе рассмотрен подход, позволяющий перейти региону на инновационный путь развития на основе текущей региональной специализации посредством развития межрегионального взаимодействия и связью с высокотехнологичными секторами экономики. Подход апробирован на примере Пермского края, для которого выявлены текущие отрасли специализации и сравнительные преимущества в высокотехнологичных отраслях, а также определена технологическая связ-

ность этих отраслей. Результаты данной работы могут помочь региональным администрациям разрабатывать стратегии регионального развития.

Дальнейшим направлением исследования является экономическая обоснованность перехода на инновационную траекторию развития с опорой на сложившуюся структуру промышленного производства посредством развития межрегионального строительства и связи с высокотехнологичными секторами экономики.

Список источников

1. Arthur W.B. Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events // *The economic journal*. 1989. Vol. 99 (394). P. 116–131.
2. David P.A. Clio and the Economics of QWERTY // *American Economic Review*. 1985. Vol. 75, № 2. P. 332–337.
3. North D. N. *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. — Cambridge: Cambridge University Press, 1990. — 152 p.
4. *The atlas of economic complexity: mapping paths to prosperity* / edited by Ricardo Hausmann and César A. Hidalgo
5. Zamyatina N., Pilyasov A. Single-Industry Towns of Russia: Lock-In and Drivers of Innovative Search // *Foresight and STI Governance*. 2016. Vol. 10. No. 3, pp. 53–64. — DOI: 10.17323/1995-459X.2016.3.53.64.
6. Zhu S., He C., Zhou Y. How to jump further? Path dependent and path breaking in an uneven industry space // *Papers in Evolutionary Economic Geography (PEEG)*. 2015. Vol. 1524. P. 1–24. — DOI: 10.1007/978–981–13–3447–4_12.
7. Аузан А.А. “Колея” российской модернизации // *Общественные науки и современность*. 2007. № 6. С. 54–60.
8. Аузан А.А. “Эффект колеи”. Проблема зависимости от траектории предшествующего развития — эволюция гипотез // *Вестник московского университета. Серия 6: Экономика*. 2015. № 1. С. 3–17.
9. Грачев С.А., Доничев О.А., Закирова М.И. Направления перехода от ресурсозависимой модели экономики к инновационной // *Региональная экономика: теория и практика*. 2017. Т. 15. № 2 (437). С. 364–376.
10. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС Государственная статистика). — URL: <https://fedstat.ru/>.
11. Маричев С.Н. Проблема реализации социально-экономической модернизации России и “эффект колеи” // *Общество и экономика 2020*. № 6. С. 5–24.
12. Межевич Н.М. К вопросу о верификации концепции Path Dependence для постсоветского пространства в свете тридцати лет интуитивных практик // *Управленческое консультирование*. 2020. № 5. С. 95–101.
13. Нуреев Р.М. Россия после кризиса — эффект колеи // *Журнал институциональных исследований*. 2010. Т. 2. № 2. С. 7–26.
14. Полтерович В.М. Институциональные ловушки и экономические реформы // *Экономика и математические методы*. 1999. Т. 35. № 2. с. 1–37.
15. Приказ Росстата от 15.12.2017 № 832 (ред. от 17.01.2019) «Об утверждении Методики расчёта показателей “Доля продукции высокотехнологичных и наукоёмких отраслей в валовом внутреннем продукте” и “Доля продукции высокотехнологичных и наукоёмких отраслей в валовом региональном продукте субъекта Российской Федерации” // *КонсультантПлюс*. — URL:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_285510/ (дата обращения 01.04.2022).

16. Распоряжение Правительства Российской Федерации “Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года” от 13.02.2019 № 207-р.
17. Растворцева С.Н. Инновационный путь изменения траектории предшествующего развития экономики региона // Экономика региона. 2020. Т. 16. № 1. С. 28–42.
18. Растворцева С.Н. Теоретические аспекты возможности ухода экономики региона от траектории предшествующего развития // Журнал экономической теории 2018. Т. 15. № 4. С. 663–642.
19. Силин Я.П., Анимица Е.Г., Новикова Н.В. Региональные аспекты новой индустриализации // Экономика региона. 2017. Т. 13. № 3. С. 684–696.
20. Таблица переходных ключей с ОКВЭД 1 (2001 г.) на ОКВЭД 2 (2016 г.) [Электронный ресурс]. — URL: www.regfile.ru/okved2/perehod-okved-2.html (дата обращения: 26.03.2021).
21. Шубин И.А. Взаимосвязь между сложностью экспорта и уровнем экономического развития в разных типах регионов России // Журнал новой экономической ассоциации. 2021. № 3 (51). С. 144–160.

Сведения об авторах / About authors

Козоногова Елена Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры “Экономика и финансы”, Пермский национальный исследовательский политехнический университет. 614990, Россия, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29. E-mail: elena.kozonogova@gmail.com.

Elena V. Kozonogova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department “Economics and Finance”, Perm National Research Polytechnic University. 614990 Russia, Perm, Komsomolsky Ave. 29. E-mail: elena.kozonogova@gmail.com.

Цехмистер Нина Александровна, студент, Пермский национальный исследовательский политехнический университет. 614990, Россия, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29. E-mail: 59ceher@gmail.com.

Nina A. Tsekhmister, Student, Perm National Research Polytechnic University. 614990 Russia, Perm, Komsomolsky Ave. 29. E-mail: 59ceher@gmail.com.

Модернизация транспортной инфраструктуры РФ: промежуточные итоги и новые вызовы

Ирина Секушина

Вологодский научный центр РАН,
г. Вологда, Россия

Информация о статье

Поступила в редакцию:

19.11.2022

Принята

к опубликованию:

06.03.2023

УДК 332.49

JEL H54, R40

Ключевые слова:

транспортная инфраструктура, Комплексный план модернизации магистральной инфраструктуры, транспорт, национальные проекты, антироссийские санкции.

Keywords:

transport infrastructure, a comprehensive plan for the modernization of the core infrastructure, transport, federal projects.

Аннотация

В статье представлены промежуточные итоги реализации транспортной части Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры РФ. Отражены изменения, внесённые в структуру национального проекта, представлен актуальный состав федеральных проектов Комплексного плана. Выявлены ключевые риски выполнения мероприятий и достижения целевых показателей в условиях геополитической и экономической нестабильности, усиления санкционного давления на Россию со стороны недружественных стран.

The European North of Russia: Strategic Priorities for the Spatial Development

Irina A. Sekushina

Abstract

For Russia, as the largest country in the world, the availability and quality for functioning of its transport infrastructure is one of the key factors determining the level of the country's economic and social development. Since 2019 Russia has been implementing the Federal project "Comprehensive Plan for the Modernization and Expansion of the Core Infrastructure of the Russian Federation" (hereinafter — the Plan). The strategic document is aimed at addressing the issues of the Russian transportation system development. In the article we reflect modifications to the Federal project and observe a current composition of the federal projects within the Plan. We have reviewed the

interim results of the Plan implementation in terms of the transportation part and identified the key trends. The study showed that in 2019 almost all performance indicators were achieved within the transportation part of the Plan, while in 2020 and 2021 deviations were observed in a significant part of the indicators. We have identified the key risks in measures implementation and targets achievement conditioned by geopolitical and economic instability, as well as increased pressure of sanctions from “unfriendly” countries on Russia. The risks are as follows: the failure to increase the volume of container freight and export of transport services; the problem of import substitution of vehicles and equipment for their production; a lack of financing and refusal to fulfill obligations on the part of private investors; risks of failure by contractors to perform work efficiently and on time; a risk of increasing the load on the infrastructure of rail and road transportation, increased cargo delivery time.

Введение

Для такой большой по площади страны как Россия наличие и качество функционирования транспортной инфраструктуры является одним из ключевых факторов, определяющих уровень развития экономики и социальной сферы. Она оказывает непосредственное влияние на формирование системы расселения страны и размещения производительных сил [1]. От стабильной работы транспортной системы во многом зависит территориальная связанность государства, обеспеченность жителей периферийных территорий продовольственными и промышленными товарами [2]. На решение данных задач направлена реализация национального проекта “Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры” (Комплексный план, КПМИ).

Комплексный план представляет собой масштабный документ стратегического планирования развития транспортной и энергетической инфраструктуры России. С началом его реализации заметно возрос интерес научного сообщества к проблемам формирования магистральной инфраструктуры в стране.

В рамках настоящей работы Комплексный план рассматривается как ключевой документ, в котором отражены экономические, организационные и управленческие аспекты развития транспортной инфраструктуры РФ. Соответственно по степени достижения тех или иных показателей федеральных проектов КПМИ в определенной степени можно судить об уровне развития всей транспортной системы.

Нельзя не отметить, что начало реализации нацпроектов большей частью пришлось на сложный для общества и экономики России период пандемии COVID–19, что не могло не отразиться на первых итогах их выполнения. В 2022 г. страна столкнулась с новыми вызовами, обусловленными обострением ситуации в мире и введением целого ряда антироссийских санкций. С учётом этого актуальным вопросом становится *исследование хода реализации транспортной части Комплексного плана и выявление рисков выполнения запланированных мероприятий в новых геополитических и экономических условиях, что и стало целью настоящей статьи.*

Теоретическую и методическую основу исследования составили научные труды по вопросам развития транспортной инфраструктуры, а также работы российских учёных, посвящённые анализу и исследованию проблем реализации Комплексного плана. Информационной базой послужили официальные данные российской статистики и отчёты Счётной палаты РФ. В ходе исследования были использованы методы анализа и синтеза, сравнения и обобщения, а также другие приёмы научной обработки информации.

Теоретико-методические основы исследования

Транспортная инфраструктура является важной составной частью производственной и социальной инфраструктуры, а также играет значимую роль в процессах социально-экономического развития территории [4]. К транспортной инфраструктуре относится весь комплекс сооружений и объектов, обеспечивающих передвижение транспорта [5], т.е. автомобильные и железные дороги, внутренние водные пути, аэродромы, морские порты, погрузочно-разгрузочные терминалы, трубопроводы, здания и сооружения, объекты дорожного сервиса и т.д.

Говоря о роли транспортной инфраструктуры в развитии любой страны, учёные в первую очередь отмечают её высокую значимость в части обеспечения единства экономического пространства и экономической безопасности государства [1]. В ряде исследований затрагиваются вопросы влияния транспортной инфраструктуры на развитие индустрии туризма [6], агропромышленного комплекса [7], субъектов малого и крупного бизнеса [8], формирование единого социокультурного пространства региона [9].

Многообразие различных видов транспорта требует наличия для каждого из них необходимой инфраструктуры. Соответственно многие исследователи фокусируют своё внимание на её развитии для отдельных видов транспорта: железнодорожного [10], морского [11], внутреннего водного [12].

С началом реализации Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры научный интерес у российских исследователей проявился к мониторингу реализации данного нацпроекта и выявлению проблем выполнения заявленных мероприятий [13–15].

Проводя сравнительный анализ с другими национальными проектами Е.И. Воробьева и О.Г. Блажевич отмечают, что Комплексный план более сложный не только в вопросах финансирования, но и части способов его реализации [16]. Вместе с тем учёные, на наш взгляд, абсолютно справедливо говорят о том, что КППМИ имеет гораздо более существенное значение для развития всей страны.

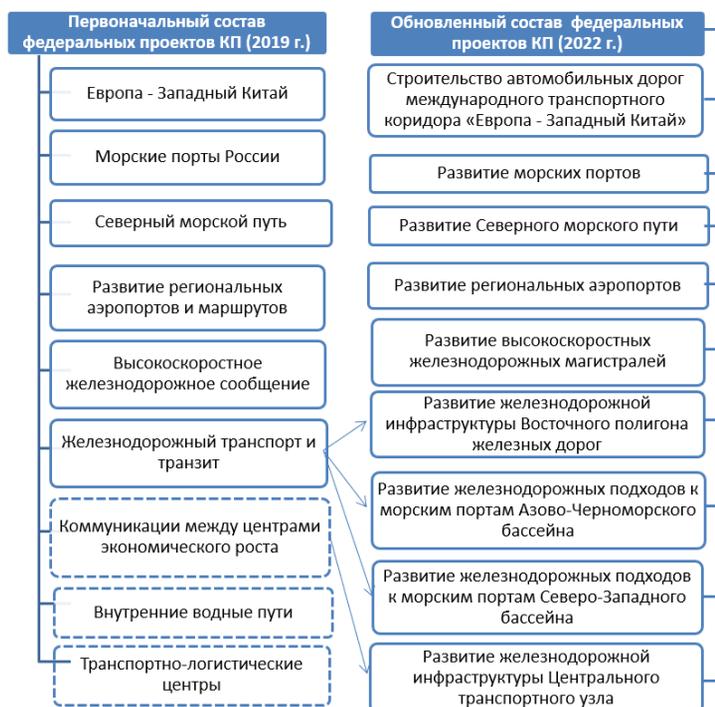
Отдельного внимания заслуживают выделяемые исследователями недостатки и сложности реализации национального проекта. К примеру С.С. Патракова к числу ключевых из них относит несовершенство нормативно-правовой и методической базы КППМИ; сложности с проведением мониторинга реализации нацпроекта; организационные проблемы и барьеры реализации запланированных мероприятий [17].

На наш взгляд, в определённой степени представленные проблемы сохранили свою актуальность и по настоящее время. Вместе с тем, в свете серьёзных геополитических изменений в мире, которые не могли не сказаться на экономическом развитии России, неизбежно возникают новые риски реализации национальных проектов, и Комплексный план модернизации транспортной инфраструктуры не является исключением.

Результаты исследования

Согласно паспорту национального проекта, реализация Комплексного плана призвана обеспечить развитие транспортных коридоров “Запад – Восток” и “Север – Юг”, повысить уровень экономической связанности территории России за счёт расширения и модернизации железнодорожной, авиационной, автодорожной, морской и речной инфраструктуры, осуществить инновационное преобразование отрасли инфраструктурного строительства, а также обеспечить население доступной электроэнергией.

В соответствии с целями и задачами в КПМИ включены 11 федеральных проектов (2 из которых связаны с энергетической инфраструктурой, 9 — с транспортной). Важно отметить, что в 2020 г. в транспортную часть Комплексного плана был внесён ряд структурных изменений (см. рисунок).



Примечание. --- — исключены из КП

Источник: составлено автором на основе [18, 19].

Изменение структуры транспортной части Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2030 г.

Федеральный проект “Железнодорожный транспорт и транзит” был разделён на три проекта: “Развитие железнодорожной инфраструктуры Восточного полигона железных дорог”, “Развитие железнодорожных подходов к морским портам Северо-Западного бассейна” и “Развитие железнодорожных подходов к морским портам Азово-Черноморского бассейна”. Федеральные проекты “Коммуникации между центрами экономического роста” (КЦЭР), “Внутренние водные пути” и “Транспортно-логистические центры” исключены из состава Комплексного плана. Однако из федерального проекта КЦЭР был выделен отдельный федеральный проект — “Развитие железнодорожной инфраструктуры Центрального транспортного узла”. Автомобильная часть проектов “Коммуникации между центрами экономического роста” и “Морские порты России” перенесена в национальный проект “Безопасные и качественные автомобильные дороги”. Федеральный проект “Внутренние водные пути” было решено исключить из КПМИ и выделить в самостоятельный национальный проект “Внутренний водный транспорт”.

Важно отметить, что в некоторые федеральные проекты вносились изменения в части корректировок плановых показателей. Так часть целевых значений на 2020 г. по “Морские порты России” и “Внутренние водные пути” была скорректирована в сторону уменьшения. Снижение на 19,4 млн т или на 45,6% планового значения годового показателя “Прирост производственной мощности морских портов” было связано с отказом частных инвесторов от реализации ряда мероприятий¹. Снижение на 13,7 млн т или 72,1% значения годового показателя “Ежегодный прирост пропускной способности внутренних водных путей” и увеличение до 15,99 тыс. км показателя “Протяжённость участков внутренних водных путей, ограничивающих их пропускную способность” (вместо 12,7 тыс. км) обусловлено тем, что величина пропускной способности на стадии формирования ФП “Внутренние водные пути” определялась по состоянию на 2017 г., а в 2018–2020 гг. произошли изменения в части гидрологического режима на отдельных участках внутренних водных путей. Соответственно по сравнению с 2017 г. протяжённость участков, ограничивающих их пропускную способность, увеличилась.

¹ “Комплексное развитие Мурманского транспортного узла” (-9 млн т), “Реконструкция объектов третьего грузового района морского порта Мурманск” (-2,3 млн т), “Строительство специализированного угольного перегрузочного комплекса общего пользования в районе м. Открытый, Приморский край” (-7 млн т), “Строительство нового специализированного порта в б. Суходол для облегчения доступа к портовой, инфраструктуре малых и средних угледобывающих предприятий” (-7 млн т), “Реконструкция гидротехнических сооружений: причала № 34, причала № 35, подходного канала к причалам № 31–35, акватории причала № 34, акватории причала № 35 в морском порту Восточный” (-0,5 млн т), “Строительство транспортно-перегрузочного комплекса по перевалке СУГ в районе б. Перевозной Приморского края” (-1 млн т), “Таманский терминал навалочных грузов в морском порту Тамань” (-3 млн т), “Реконструкция Таманской базы сжиженных углеводородов” (-1,6 млн т), “Строительство специализированного угольного перегрузочного комплекса в б. Мучке, Хабаровский край” (+12 млн т).

В таблице представлены основные целевые и фактические показатели реализации Комплексного плана за 2019–2021 гг. Среди главных *положительных* результатов можно выделить следующие:

- Протяжённость участков внутренних водных путей, ограничивающих их пропускную способность в 2020 г. составила 4,65 тыс. км, что позволило перевыполнить изначально установленные плановые значения показателя в 2,8 раза, и в 3,4 раза — скорректированные. В 2021 г. фактические результаты превысили плановые в 2,3 раза.

- С начала реализации проекта на 4,8% увеличилась средняя коммерческая скорость товародвижения на железнодорожном транспорте: в 2020 г. план был перевыполнен на 12,7%, в 2021 г. — на 2,1%.

- Сроки доставки транзитных контейнерных перевозок на направлении “Европа – Западный Китай” сократились с 3,2 до 2,1 суток, на направлении “Запад – Восток” — с 8,9 до 7,1 суток.

- В 2021 г. перевыполнен план по объёму транзитных перевозок контейнеров железнодорожным транспортом на 22,1%, а по сравнению с 2019 г. показатель вырос с 618 до 1116,1 тыс. 20-футовых эквивалентов или на 80,6%.

Вместе с тем, если в 2019 г. в транспортной части реализации Комплексного плана практически все целевые показатели были достигнуты, то в 2020 и 2021 гг. наблюдались отклонения в некоторых из них. Среди ключевых *негативных* тенденций можно выделить следующие:

- Снижение показателей прироста производственной мощности морских портов в 2021 г. (19,1 млн т) по сравнению с 2019 (25,95 млн т) и 2020 (32,67 млн т) годами.

- Сокращение транспортной подвижности населения с 8,8 до 8 тыс. пасс.-км на 1 чел. в год в 2019–2021 гг., что обусловлено, в первую очередь, введением ограничительных мер на передвижение граждан внутри страны и за её пределы в период пандемии COVID–19. Соответственно плановые показатели в 2020 г. были выполнены лишь на 71,3%, в 2021 г. — на 90%.

- Объём перевозок грузов в акватории Северного морского пути увеличился в 2019–2021 гг. на 11,1%, однако плановый показатель в 51 млн т достигнут не был.

- Показатели ежегодного прироста пропускной способности внутренних водных путей не были достигнуты в 2021 г., их фактическое значение составило 1,5 млн т, вместо запланированных 2,12 млн т.

- Невыполнение целевого показателя по объёму экспорта услуг транспортного комплекса¹: отклонение в 2020 г. составило 35,3%.

¹ Стоимостной показатель оказанных услуг, выполненных работ резидентами по договорам, заключённым с нерезидентами, связанными с транспортным обслуживанием грузового и пассажирского потока.

*Результаты реализации транспортной части Комплексного плана
модернизации и расширения магистральной инфраструктуры*

Наименование показателя	2018 г.			2019 г.			2020 г.			2021 г.			
	Факт	План	Факт	% (п/п) выполнения	План	Факт	% (п/п) выполнения	План	Факт	% (п/п) выполнения	План	Факт	% (п/п) выполнения
Транспортная подвижность населения, тыс. пасс.-км на 1 чел. в год	8,5	8,6	8,8	120	8,7	6,2	71,3	8,9	8	90			
Приrost производственной мощности морских портов, млн т	–	34 / 35,5*	25,95	76,3 / 73,1	56 / 27*	32,67	58,3 / 121	34 / 40,3*	19,1	56,2 / 47,4			
Протяжённость участков внутренних водных путей, ограничивающих их пропускную способность, тыс. км	–	13,4	5,1	в 2,6 раза	12,7 / 15,99*	4,65	В 2,8 раза / в 3,4 раза	11,6	5,13	В 2,3 раза			
Сроки доставки транзитных контейнерных перевозок на направлении “Европа – Западный Китай”, сут.	3,2	3,2	2,3	139,1	2,2	2,2	100	2,2	2,1	104,8			
Объём перевозок грузов в акватории Северного морского пути, млн т	20,2	26	31,5	121,2	41	32,9	80,2	51	34,87	68,4			
Средняя скорость доставки транзитного контейнеропотока, км в сут.	810	931	931	100	998	998	100	1070	н.д.	н.д.			

Наименование показателя	2018 г.		2019 г.		2020 г.		2021 г.			
	Факт	План	Факт	% (п/п) выполнения	План	Факт	% (п/п) выполнения	План	Факт	% (п/п) выполнения
Сроки доставки транзитных контейнерных перевозок на направлении “Запад – Восток”, сут.	8,9	8,9	8,9	100	8	8,9	89,9	8	7,1	112,7
Средняя коммерческая стоимость товародвижения на железнодорожном транспорте, км в сут.	389,7	380	394,6	103,9	390	439,4	112,7	400	408,4	102,1
Транзитные перевозки контейнеров железнодорожным транспортом, тыс. 20-футовых эквивалентов	–	615	618	100,5	750	680	90,7	914	1116,1	122,1
Объём экспорта услуг транспортного комплекса, млрд долл. США	–	19,3	18,5	0,96	20,4	13,2	64,7	21,6	н.д.	н.д.

* Откорректированные значения целевых показателей КП (по данным Счётной палаты).

Источник: данные ЕМИСС.

Обсуждение

На основе экспертных мнений, материалов Счётной палаты РФ, а также данных мониторинга достижения целевых показателей транспортной части Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры, на наш взгляд, можно выделить следующие ключевые риски и проблемы его реализации:

1. *Недостижение целевых показателей по увеличению объёмов контейнерных перевозок и экспорта услуг транспортного комплекса.* Опыт прошлых лет подтверждает наличие серьёзных рисков реализации мероприятий КПМИ в сфере контейнерных перевозок. Так, в силу введённых в 2014 г. со стороны стран Запада экономических санкций, не удалось достигнуть целевого показателя по объёму перевозок контейнеров в 20-футовом эквиваленте: в 2015 г. вместо запланированных 3,7 млн ед. его значение составило лишь 3 млн ед.; в 2016 г. – в 3,2 млн ед. вместо 4,2 млн ед. [20].

Введение санкционных запретов на заход в европейские порты российских судов стало большим вызовом для страны и стимулом для ускорения темпов работ по вводу в эксплуатацию портов Северо-Западного и Арктического бассейнов. Заметно возросла и роль Северного морского пути, а развитие восточного направления инфраструктуры стало особенно актуальным. В данном контексте одной из приоритетных задач становится обеспечение стабильного функционирования системы обслуживания судов и обработки грузов, а также формирование надёжного графика движения в целях обеспечения их бесперебойной доставки и увеличения объёмов грузоперевозок.

2. *Проблема импортозамещения транспортных средств и оборудования для их производства.* Введение антироссийских санкций несёт высокие риски существенного увеличения стоимости, приостановки и незавершения строительства морских и речных судов. Даже строящиеся на территории РФ суда, согласно проектной документации, в значительной степени обеспечиваются иностранным оборудованием. В части речных судов его доля достигает 18% от проектного объёма всего оборудования, а доля в общей стоимости строительства составляет около 61%. С морскими судами ситуация ещё серьёзнее: доля иностранного производства достигает 92% от проектного объёма всего оборудования, а доля его стоимости — 74% [21].

Несмотря на то, что КПМИ главным образом направлен на создание транспортной инфраструктуры, отсутствие самих судов представляет собой даже большую угрозу, нежели недостижение целевых показателей нацпроекта. Под вопросом будет находиться обеспечение транспортной связанности регионов всей страны.

В авиационной отрасли аналогичные проблемы. В начале 2022 г. в 20 крупнейших по пассажиропотоку российских авиакомпаниях на европейские самолёты приходилось 39% парка воздушных судов (без учёта бизнес-джетов и вертолётов), на американские — 36%, канадские — 4%, на бразильские — 3%. Российские самолёты занимали лишь 18% рынка. После февральских событий 2022 г. был введён ряд санкций,

которые лишили российские авиакомпании права использовать самолёты недружественных стран. Также под запретом оказались новые поставки, техническое обслуживание уже приобретённых лайнеров и страхование всех бортов. Ограничительные меры включали в себя и возвращение полученных по лизинговым контрактам самолётов [22].

3. *Отсутствие финансирования и отказ от выполнения обязательств со стороны частных инвесторов.* Основой реализации КПМИ является государственно-частное партнёрство. Использование данного инструмента позволяет привлекать ресурсы и технологии бизнеса при реализации крупных общественно значимых инфраструктурных проектов. От экономической устойчивости предприятий-участников инвестиционных проектов зависят итоги реализации нацпроекта.

Уход или изменение планов инвесторов является достаточно распространённой причиной изменения показателей и корректировки сроков реализации федеральных проектов, входящих в состав КПМИ. В настоящее время сложно дать оценку последствий введения санкций для инвесторов, осуществляющих финансирование мероприятий КПМИ. Однако риск пересмотра планов деятельности компаний весьма велик. Ситуацию усугубляет и то, что у руководителей федеральных проектов отсутствуют действенные механизмы взаимодействия с инвесторами, ответственными за выполнение мероприятий, в том числе в части обеспечения обязательств по привлечению внебюджетного финансирования, а также по соблюдению сроков реализации мероприятий.

4. *Риски невыполнения работ подрядными организациями качественно и в установленные сроки.* Анализ реализации федеральных проектов КПМИ позволил заключить, что данная проблема является достаточно распространённой, особенно в части строительства объектов инфраструктуры морского, речного и воздушного транспорта, а также проведения проектно-изыскательских работ. Ненадлежащее исполнение подрядчиками принятых обязательств в рамках заключённых государственных контрактов приводит к срыву сроков реализации мероприятий КПМИ.

5. *Риск роста нагрузки на инфраструктуру железнодорожного и автомобильного транспорта, увеличение сроков доставки грузов.* В силу ухудшения международных отношений с западными странами, Россия отчасти вынуждена искать новых торговых партнёров из списка дружественных стран. Это, в свою очередь, может привести к перегрузке восточного и южного направления железных дорог.

Помимо этого, ситуация в авиационной отрасли складывается крайне неблагоприятная. Во-первых, в феврале 2022 г. был закрыт целый ряд аэропортов на юге страны, что привело к росту нагрузки на железнодорожный транспорт по южному направлению, особенно в летний период.

Во-вторых, с конца февраля российские компании потеряли 78 самолётов, которые были арестованы при полётах за рубеж [23]. Через определённое время вероятно возникновение проблем с обслуживанием

в России иностранных самолётов, потому что их производители в силу санкций отказываются от поставок запчастей.

Обозначенные обстоятельства вероятно негативным образом отражаются на показателях транспортной подвижности населения, целевые значения которых в предыдущие годы, как показал анализ, не достигались. Решение вопросов импортозамещения потребует определённого времени, а железнодорожный и автомобильный транспорт, по всей вероятности, будет приоритетным способом передвижения по стране.

В дополнение к уже обозначенным проблемам добавим, что риски невыполнения целевых показателей производственной мощности морских портов и объёма перевозок грузов в акватории Северного морского пути безусловно сохраняются. Однако, если России удастся в текущих условиях оперативно перестроить логистику и развернуть грузовые потоки в направлении дружественных стран, то есть вероятность не только достижения плановых значений, но и их перевыполнения. В частности, в своём выступлении на Восточном экономическом форуме Президент РФ В.В. Путин отметил, что, несмотря на попытки внешнего давления, общий грузооборот российских морских портов за семь месяцев 2022 г. практически не сократился и остался на уровне прошлого года [24]. Большой потенциал у России имеется и в части развития контейнерных перевозок в арктической зоне. К примеру, в 2022 г. успешно состоялся рейс между Мурманском и Камчаткой единственного в мире транспортного судна с ядерной энергетической установкой — контейнеровоза “Севморпуть” [25].

Заключение

В целом можно сказать, что за период реализации КПМИ в 2019–2021 гг. по ряду направлений были достигнуты заметные результаты, а целевые показатели перевыполнены. Во-первых, была увеличена средняя коммерческая скорость товародвижения на железнодорожном транспорте (в 2020 г. план перевыполнен на 12,7%, в 2021 г. — на 2,1%). Во-вторых, сократились сроки доставки транзитных контейнерных перевозок по направлениям “Европа – Западный Китай” (с 3,2 до 2,1 суток) и “Запад – Восток” (с 8,9 до 7,1 суток), что превысило плановые значения показателей. В-третьих, заметно вырос объём транзитных контейнерных перевозок железнодорожным транспортом (на 80,6%). В-четвёртых, ежегодно перевыполнялся план по снижению протяжённости участков внутренних водных путей, ограничивающих их пропускную способность.

Вместе с тем по многим показателям присутствовали отклонения от целевых значений. Так введение ограничительных мер в период пандемии COVID–19 оказало влияние на сокращение транспортной подвижности населения, вследствие чего плановые показатели в 2020 и 2021 гг. не были достигнуты. Целевые значения по объёму перевозок грузов в акватории Северного морского пути, экспорту услуг транспортного комплекса, а также показатели ежегодного прироста пропускной способности внутренних водных путей не были достигнуты.

В условиях усиления санкционного давления со стороны недружественных стран риски невыполнения мероприятий проекта и достижения целевых показателей в запланированные сроки заметно возросли. Так, серьёзные проблемы возникли в сфере контейнерных перевозок в силу введения санкций в отношении российских портов России на северо-западе и в черноморском бассейне. По мнению экспертов, восточное направление, которое и так было перегружено в последние годы, будет испытывать ещё большую нагрузку [3]. Также из-за приостановки работы аэропортов на юге России грузопотоки были переориентированы на автодороги, а так как автомаршруты более продолжительные, чем авиарейсы, сроки доставки увеличились на три-четыре дня по целому ряду направлений.

Большую проблему в настоящее время представляет вопрос импортозамещения оборудования и комплектующих, используемых при производстве транспортных средств, а также при строительстве и реконструкции объектов транспортной инфраструктуры. Введение антироссийских санкций несёт высокие риски существенного увеличения стоимости, приостановки и незавершения проектов, что требует разработки стратегического плана действий, учитывающего существующие и потенциальные возможности по проведению импортозамещения используемого зарубежного оборудования. Также, на наш взгляд, представляется целесообразным в кратчайшие сроки наладить научное и технологическое взаимодействие с компаниями и производственными предприятиями из дружественных стран.

Обозначенные риски требуют серьёзной проработки, прежде всего со стороны органов государственной власти, курирующих реализацию федеральных проектов Комплексного плана. Своевременное реагирование на возникающие проблемы будет способствовать не только своевременному и полному достижению главной цели нацпроекта — повышению уровня и качества жизни населения, но и преодолению рецессии в российской экономике.

Список источников

1. Ускова Т.В. Транспортная инфраструктура как фактор развития территорий и связанности экономического пространства // Проблемы развития территории. 2021. Т. 25. № 3. С. 7–22. — DOI: 10.15838/ptd.2021.3.113.1.
2. Национальные проекты 2019–2024 гг.: анализ и ключевые риски их реализации. Экономический блок / В.А. Ильин, Т.В. Ускова, А.А. Шабунова [и др.]. — Вологда, Вологодский научный центр РАН, 2019. — 93 с.
3. Компании предупредили о росте транспортных расходов в России // Сайт РБК. — URL: <https://www.rbc.ru/business/13/03/2022/6228b8379a79477c4c1520c7> (дата обращения: 15.09.2022).
4. Ускова Т.В. и др. Социально-экономические проблемы локальных территорий. — Вологда, ИСЭРТ РАН, 2013. — 196 с.
5. Лебедева Н.А. Проблемы развития транспортной системы Северо-Западного федерального округа // Вопросы территориального развития. 2021. Т. 9. № 4. — DOI: 10.15838/tdi.2021.4.59.1.

6. Бошота Н.В. Роль транспортного сектора в развитии туристической сферы // *European Journal of Humanities and Social Sciences*. 2019. № 2. С. 149–153.
7. Логвинова Р.М., Адоньева А.В. Роль транспортной инфраструктуры в устойчивом развитии сельских территорий аграрно-ориентированных областей ЦФО // *Вестник сельского развития и социальной политики*. 2017. № 3 (15). С. 71–74.
8. Глушич Н.Г., Логинова Т.П., Удалова Н.А. [и др.]. Современное состояние транспортной инфраструктуры российской экономики // *Экономика: теория и практика*. 2020. № 3 (59). С. 85–92.
9. Каргаполова Е.В., Абушева А.С., Едилбаева З.А. Транспортные коммуникации в социокультурном пространстве региона // *Социальное пространство*. 2019. № 2 (19). — DOI: 10.15838/sa.2019.2.19.1.
10. Егоров Ю.В. Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры (в части железнодорожного транспорта): эволюция, промежуточные результаты, проблемы реализации // *Сибирская финансовая школа*. 2021. № 4 (144). С. 47–53.
11. Веницкая Н.Н., Ксензова Н.Н., Ротко Л.А. Развитие морского транспортного комплекса как ключевой фактор экономического роста Краснодарского края // *Экономика устойчивого развития*. 2018. № 3 (35). С. 116–123.
12. Ненашева М.В., Олсен Ю.О. Водный транспорт Европейского Севера России: социальная значимость, проблемы и перспективы развития // *Арктика и Север*. 2018. № 32. С. 49–62. — DOI: 10.17238/issn2221-2698.2018.32.49.
13. Стоянова О.Ф. Транспортная инфраструктура Российской Федерации как основная составляющая национальных проектов // *Актуальные проблемы современного транспорта*. 2021. № 2 (5). С. 12–18.
14. Кирова И.В., Назарова С.В., Зубова С.В. Транспортная инфраструктура регионов России: текущее состояние и перспективы // *Экономика и бизнес: теория и практика*. 2022. № 3-1 (85). С. 133–139. — DOI: 10.24412/2411-0450-2022-3-1-133-139.
15. Миронова И.А., Тищенко Т.И. Оценка эффективности федеральных проектов развития транспортной инфраструктуры // *Труды Института системного анализа Российской академии наук*. 2020. Т. 70. № 2. С. 53–63.
16. Воробьева Е.И. Блажевич О.Г. Реализация национальных проектов, обеспечивающих экономический рост в Российской Федерации // *Научный вестник: финансы, банки, инвестиции*. 2021. № 4 (57). С. 5–23.
17. Патракова С.С. Итоги и ключевые риски реализации комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры // *Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление*. 2020. № 3 (95). С. 98–110. — DOI: 10.24866/2311-2271/2020-3/98-110.
18. Распоряжение Правительства РФ от 30 сентября 2018 г. № 2101-п “Об утверждении комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 г.” // *Консультант Плюс*.
19. Информационный ресурс “Национальные проекты”. — URL: <https://xn--80aarpemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/projects/kompleksnyu-plan-modernizatsii-i-rasshireniya-magistralnoy-infrastruktury>.
20. Основные итоги реализации мероприятий федеральной целевой программы “Развитие транспортной системы России (2010–2021 годы)” за 2016 год // Сайт Министерства транспорта РФ. — URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/7402> (дата обращения: 15.09.2022).
21. Заключение Счётной палаты Российской Федерации о результатах проверки исполнения федерального закона “О федеральном бюджете на

- 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 гг.” и бюджетной отчётности об исполнении федерального бюджета за 2021 год в Федеральном агентстве морского и речного транспорта // Сайт Счётной Палаты РФ. — URL: <https://ach.gov.ru/checks/rosmorrechflot-2021> (дата обращения: 8.12.2022).
22. Наш самолёт вперёд летит // Сайт Lenta.ru. — URL: <https://lenta.ru/articles/2022/06/30/avia2022/> (дата обращения: 15.09.2022).
23. С какими проблемами уже столкнулась российская авиаотрасль из-за западных санкций? // Сайт BFM.ru. — URL: <https://www.bfm.ru/news/495878> (дата обращения: 15.09.2022).
24. Пленарное заседание Восточного экономического форума // Сайт Президента РФ. — URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/69299> (дата обращения: 08.12.2022).
25. Атомный контейнеровоз “Севморпуть” выполнил программу первого в 2022 году субсидируемого каботажного рейса // Сайт “Атомная энергия 2.0”. — URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2022/08/11/127268>.

Сведения об авторах / About authors

Ирина Анатольевна Секушина, кандидат экономических наук, научный сотрудник, ФГБУН Вологодский научный центр Российской академии наук. Россия, 160014, г. Вологда, ул. Горького, д. 56а. ORCID ID 0000-0002-4216-4850. E-mail: sekushina.isekushina@yandex.ru.

Irina A. Sekushina, PhD in Economics, researcher, Vologda Research Center of the Russian Academy of Sciences. 56A, Gorky Street, Vologda, 160014, Russia. ORCID ID 0000-0002-4216-4850. E-mail: sekushina.isekushina@yandex.ru.

Методология распределения субсидий в сельском хозяйстве и промышленности: формулы расчёта

Андрей Чекунов

Ростовский областной союз потребительских обществ,
г. Ростов-на-Дону, Россия

Информация о статье

Поступила в редакцию:

04.05.2022

Принята

к опубликованию:

06.03.2023

УДК 51-77, 338.22

JEL C02 + L52

Ключевые слова:

формула, метод, субсидирование, государственная поддержка, сельское хозяйство, промышленность.

Keywords:

formula, method, subsidies, state support, agriculture, industry.

Аннотация

В настоящей статье представлен анализ методов, используемых государством при разработке формул расчёта субсидий в отдельных отраслях сельского хозяйства и промышленности. Применительно к каждой формуле определены сильные и слабые стороны того или иного метода, указаны рекомендации по совершенствованию конкретной методики. Рассматриваемые методы отражают подходы к субсидированию соответствующих отраслей со стороны государства.

Methodology for the Distribution of Subsidies in Agriculture and Industry: Calculation Formulas

Andrey S. Chekunov

Abstract

With the unprecedented economic sanctions imposed on Russia, the state support of the national economy becomes critical for the economic well-being of the Russian Federation. Financial support of industry and agriculture is aimed at overcoming reliance of the domestic market on imported goods. The Russian Federation actively provides subsidies to the sectors of the national economy. Besides, relevant regulatory legal acts are adopted to stimulate industries and agriculture. As part of the state policy, they formulate the rules and procedures for providing state funding to the industries supported by the state. Various formulas are applied to calculate the amount of subsidies. These formulas

describe the relationship of the parameters with the final (generalizing) indicator. The nature of this relationship is determined by the calculation method underlying each approach. Different approaches reflect how formula components influence the result. Information about each method applied has been systematized and presented in tables. The analysis of formulas for calculating subsidies in agriculture and industry will contribute to the improvement of the methods for distributing budgetary funds to support the sectors of the Russian economy.

Существующие условия санкционного давления на российскую экономику обусловили необходимость ускоренного импортозамещения. Государство в данном случае сталкивается с проблемой эффективного расходования, направляемого на поддержку отраслей экономики средств. Для разработки оптимальной модели распределения бюджетных средств в целях эффективного импортозамещения необходимо определить её параметры, а также их влияние на итоговый (обобщающий) показатель расчёта. Методики оказания финансовой поддержки отраслей сельского хозяйства и промышленности отражены в соответствующих формулах расчёта. В данной работе проанализированы используемые в формулах методы, при помощи которых определяется размер государственного финансирования, а также даны рекомендации по совершенствованию методики его расчёта.

В ряде нормативно-правовых актов РФ закреплены методики распределения бюджетных средств государственной поддержки соответствующих отраслей. В частности, в Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг., утверждённой постановлением Правительства РФ от 14.07.2012 № 717 (ред. от 01.03.2018, 20.11.2019) определены соответствующие методики для мелиорации, растениеводства и молочного скотоводства. Например, размер субсидии, выделяемой региональному бюджету на осуществление мелиоративных мероприятий, определяется по формуле:

$$C_{ij} = V_{фбj} \times \frac{D_{ij} \times \frac{Y_i}{100}}{\sum_{i=1}^m \left(D_{ij} \times \frac{Y_i}{100} \right)},$$

где $V_{фбj}$ — размер средств федерального бюджета по j -му мероприятию; D_{ij} — показатель удельного веса значения показателя результативности субсидий по мероприятиям программы региона, в общем объёме показателей региональных программ соответствующего мероприятия; Y_i — максимальный уровень софинансирования расходов региона из федерального бюджета, %; m — число субъектов РФ, представивших региональные программы по соответствующим мероприятиям.

Формула распределения субсидий на осуществление мелиоративных мероприятий основана на применении метода комплексных показателей. Этот метод заключается во введении обобщённого показателя.

теля, выражающего связи и изменения других показателей [1]. Он исходит из предположения, что экономическое явление (процесс) детерминируется комплексом взаимосвязанных показателей. Форма связи комплексного индикатора от показателей устанавливается соответствующей формулой [2]. Итоговый (комплексный) показатель рассчитывается на основе определения комплекса других показателей, входящих в соответствующую формулу. Метод комплексных показателей позволяет обосновать меры стимулирования повышения эффективности предприятий [3]. Преимуществом данной методики является простота расчётов. Она предоставляет возможность установить, за счёт каких конкретно показателей и их составляющих происходит изменение соответствующего индикатора [4]. Используемые показатели соответствуют целевому назначению субсидии и обоснованно применяются при расчёте её величины. В то же время методика не отражает технологический уровень проведения соответствующих работ и фактическое использование мелиорируемых земель, что может поставить объективность результатов её реализации под сомнение. Введение дополнительных качественных показателей позволит усовершенствовать методику и повысить достоверность результатов её реализации.

Размер субсидии i -му субъекту РФ на развитие растениеводства (W_{1i}), устанавливается формулой:

$$W_{1i} = P_0 \times W_0 \times \left(k_0 \times \frac{S_i}{\sum_{i=1}^m \frac{S_i}{K_i}} + (1 - k_0) \times \frac{D_i \times C_i \times \omega_i \times \frac{Y_i}{100}}{\sum_{i=1}^m D_i \times C_i \times \omega_i \times \frac{Y_i}{100}} \right),$$

где P_0 — коэффициент, используемый при определении доли предоставляемой на поддержку растениеводства субсидии; W_0 — величина субсидий, предусмотренных федеральным бюджетом соответствующего финансового года; k_0 — коэффициент, используемый для распределения средств поддержки растениеводства в соответствующем финансовом году; S_i — посевная площадь зерновых, зернобобовых и кормовых культур сельскохозяйственных товаропроизводителей i -го субъекта РФ отчётного финансового года, предшествующая году расчёта величины предоставляемых регионам субсидий на очередной финансовый год по информации Росстата; K_i — показатель плодородия почвы i -го субъекта РФ; m — количество российских регионов, соответствующих условиям субсидирования; D_i — доля посевной площади зерновых, зернобобовых и кормовых культур i -го субъекта РФ, в общей посевной площади соответствующих культур российских регионов на отчётный финансовый год; C_i — коэффициент отношения степени интенсивности использования посевных площадей зерновых, зернобобовых и кормовых сельскохозяйственных культур i -го субъекта РФ, и среднего значения степени интенсивности использования этих площадей в целом по стране; ω_i — коэффициент роста доли субсидии i -го субъекта РФ, в общем объёме субсидий, определяемый в отношении некоторых российских регионов; Y_i —

максимальный уровень софинансирования расходов региона из федерального бюджета очередного финансового года, %.

Величина субсидии, которая предоставляется i -му субъекту РФ на поддержку производства овощных и технических культур (W_{2i}), рассчитывается в соответствии с формулой:

$$W_{2i} = (1 - P_0) \times W_0 \times \left(k_1 \times \frac{M_{1i} \times \frac{Y_i}{100}}{\sum_{i=1}^{n_1} M_{1i} \times \frac{Y_i}{100}} + k_2 \times \frac{M_{2i} \times \frac{Y_i}{100}}{\sum_{i=1}^{n_2} M_{2i} \times \frac{Y_i}{100}} + k_3 \times \frac{M_{3i} \times \frac{Y_i}{100}}{\sum_{i=1}^{n_3} M_{3i} \times \frac{Y_i}{100}} + k_4 \times \frac{M_{4i} \times \frac{Y_i}{100}}{\sum_{i=1}^{n_4} M_{4i} \times \frac{Y_i}{100}} + k_5 \times \frac{M_{5i} \times \frac{Y_i}{100}}{\sum_{i=1}^{n_5} M_{5i} \times \frac{Y_i}{100}} + k_6 \times \frac{M_{6i} \times \frac{Y_i}{100}}{\sum_{i=1}^{n_6} M_{6i} \times \frac{Y_i}{100}} + k_7 \times \frac{M_{7i} \times \frac{Y_i}{100}}{\sum_{i=1}^{n_7} M_{7i} \times \frac{Y_i}{100}} + k_8 \times \frac{M_{8i} \times \frac{Y_i}{100}}{\sum_{i=1}^{n_8} M_{8i} \times \frac{Y_i}{100}} \right),$$

где k_1 — коэффициент, используемый при определении доли субсидии на возмещение части затрат по проведению агротехнологических работ на 1 га посевной площади семенного картофеля в РФ; M_{1i} — доля посевной площади семенного картофеля сельхозтоваропроизводителей i -го субъекта РФ, в общей посевной площади семенного картофеля сельхозтоваропроизводителей в стране на отчётный финансовый год; n_1 — число субъектов РФ, имеющих посевные площади семенного картофеля сельхозтоваропроизводителей; k_2 — коэффициент, используемый при определении доли субсидии на возмещение части затрат по проведению агротехнологических работ на 1 га посевной площади маточников и семенников овощных культур открытого грунта в РФ; M_{2i} — доля посевной площади маточников и семенников овощных культур открытого грунта сельхозтоваропроизводителей i -го субъекта РФ, в общей посевной площади маточников и семенников овощных культур открытого грунта сельхозтоваропроизводителей в стране на отчётный финансовый год; n_2 — число субъектов РФ, имеющих посевные площади маточников и семенников овощных культур открытого грунта сельхозтоваропроизводителей; k_3 — коэффициент, используемый при определении доли субсидии на возмещение части затрат по проведению агротехнологических работ на 1 га посевной площади овощей открытого грунта в РФ; M_{3i} — доля посевной площади овощей открытого грунта сельхозтоваропроизводителей i -го субъекта РФ, в общей посевной площади овощей открытого грунта сельхозтоваропроизводителей в стране на отчётный финансовый год; n_3 — число субъектов РФ, имеющих посевные площади овощей открытого грунта сельхозтоваропроизводителей; k_4 — коэффициент, используемый при определении доли субсидии на возмещение части затрат по проведению агротехнологических работ на 1 га посевной площади семенных посевов кукурузы для производства семян родительских форм гибридов

и гибридов 1 поколения F1 в стране; M_{4i} — доля посевной площади семенных посевов кукурузы для производства семян родительских форм гибридов и гибридов 1 поколения F1 сельхозтоваропроизводителей i -го субъекта РФ, в общей посевной площади, семенных посевов кукурузы для производства семян родительских форм гибридов и гибридов 1 поколения F1 сельхозтоваропроизводителей в стране на отчётный финансовый год; n_4 — число субъектов РФ, имеющих посевные площади семенных посевов кукурузы сельхозтоваропроизводителей; k_5 — коэффициент, используемый при определении доли субсидии на возмещение части затрат по проведению агротехнологических работ на 1 га посевной площади семенных посевов подсолнечника для производства семян родительских форм гибридов и гибридов 1 поколения F1, а также оригинальных и элитных семян в стране; M_{5i} — доля посевной площади семенных посевов подсолнечника для производства семян родительских форм гибридов и гибридов 1 поколения F1, а также оригинальных и элитных семян сельхозтоваропроизводителей i -го субъекта РФ, в общей посевной площади семенных посевов подсолнечника для производства семян родительских форм гибридов и гибридов 1 поколения F1, а также оригинальных и элитных семян сельхозтоваропроизводителей в стране на отчётный финансовый год; n_5 — число субъектов РФ, имеющих посевные площади семенных посевов подсолнечника сельхозтоваропроизводителей; k_6 — коэффициент, используемый при определении доли субсидии на возмещение части затрат по проведению агротехнологических работ на 1 га посевной площади семенных посевов сахарной свёклы для производства семян родительских форм гибридов и гибридов 1 поколения F1 в стране; M_{6i} — доля посевной площади семенных посевов сахарной свёклы для производства семян родительских форм гибридов и гибридов 1 поколения F1 сельхозтоваропроизводителей i -го субъекта РФ, в общей посевной площади семенных посевов сахарной свёклы для производства семян родительских форм гибридов и гибридов 1 поколения F1 сельхозтоваропроизводителей в стране на отчётный финансовый год; n_6 — число субъектов РФ, имеющих посевные площади семенных посевов сахарной свёклы сельхозтоваропроизводителей; k_7 — коэффициент, используемый при определении доли субсидии на возмещение части затрат по проведению агротехнологических работ на 1 га посевной площади льна-долгунца в стране; M_{7i} — доля посевной площади посевов льна-долгунца сельхозтоваропроизводителей i -го субъекта РФ, в общей посевной площади посевов льна-долгунца сельхозтоваропроизводителей в стране на отчётный финансовый год; n_7 — число субъектов РФ, имеющих посевные площади льна-долгунца сельхозтоваропроизводителей; k_8 — коэффициент, используемый при определении доли субсидии на возмещение части затрат по проведению агротехнологических работ на 1 га посевной площади технической конопли в стране; M_{8i} — доля посевной площади посевов технической конопли сельхозтоваропроизводителей i -го субъекта РФ, в общей посевной площади посевов технической конопли сельхозтоваропроизводителей в стране на отчётный финансовый год; n_8 — число субъектов РФ, имеющих посевные площади технической конопли сельхозтоваропроизводителей.

Формула распределения средств бюджета на оказание несвязанной поддержки в области растениеводства основывается на методе

коэффициентов. Они активно применяются при расчёте входящих в неё показателей, корректируя их значение. Использование коэффициентов повышает точность экономических расчётов [5]. Коэффициент определяет значимость того или иного показателя, входящего в соответствующую формулу. Данный метод повышает объективность расчётных показателей, что даёт возможность его применения в прогнозировании [6]. Его использование также позволяет повысить достоверность прогнозирования [7]. Достоинством данной методики является возможность непосредственного влияния государства на ход оказания несвязанной поддержки и её результаты посредством установления соответствующих значений коэффициентов. Множественность расчётов и непредсказуемость значений коэффициентов, стимулирование интенсивного использования посевных земель и роста их площадей при отсутствии учёта показателя урожайности и диссимилирующим влиянием показателя почвенного плодородия, не позволяют осуществлять планирование сельскохозяйственного производства, способствуют повышению почвенного плодородия и росту продуктивности сельскохозяйственных культур.

Размер субсидии, выделяемой бюджету региона, на повышение продуктивности в молочном скотоводстве определяется по следующей формуле:

$$W_i = W \times \frac{D_i \times \frac{Y_i}{100}}{\sum_{i=1}^n \left(D_i \times \frac{Y_i}{100} \right)},$$

где W — размер субсидии федерального бюджета на соответствующий финансовый год; D_i — доля реализации и (или) отгрузки для собственной переработки молока сельхозтоваропроизводителями i -го субъекта РФ в общем объёме реализации и (или) отгрузки для собственной переработки молока в субъектах РФ; Y_i — максимальный уровень софинансирования расходов i -го региона из федерального бюджета очередного финансового года, %; n — число субъектов РФ.

Формула расчёта субсидии на повышение продуктивности в молочном скотоводстве базируется на методе удельных весов. Метод удельных весов может быть эффективно применён при построении экономико-математических моделей, характеризующих состояние продовольственной безопасности региона [8]. Он позволяет подвергнуть оценке не только абсолютные показатели, но и степень дифференциации участвующих при их расчёте элементов [9]. Определяется соответствующая доля субъекта РФ в общем объёме реализованного и (или) отгруженного на собственную переработку молока субъектами РФ, которая умножается на общий размер субсидирования. Данная методика отличается простотой расчёта размера соответствующей субсидии. Её недостатком является отсутствие учёта при определении размера финансирования качества производимого молока и использовании при его производстве современных технологий (зависимость

только от количества соответствующего молока и уровня софинансирования поддержки).

Распределение бюджетных средств в целях поддержки национальной промышленности также имеет свои особенности, предусмотренные соответствующими нормативно-правовыми актами, которые также далее будут рассмотрены на конкретных примерах.

Расчёт размера субсидий на возмещение части затрат на приобретение (строительство) новых гражданских судов взамен судов, сданных на утилизацию, определяются постановлением Правительства РФ от 27.04.2017 № 502. Размер субсидии, предоставляемой за счёт средств федерального бюджета российским организациям на возмещение части затрат на приобретение (строительство) одного нового гражданского судна взамен одного судна, переданного на утилизацию (А) (руб.), рассчитывается по формуле:

$$A = B \times C \times K,$$

где В — удельная базовая ставка для всех типов судов — 35 000 руб.; С — валовая вместимость судна, переданного на утилизацию, согласно классификационному свидетельству или свидетельству о классификации; К — коэффициент типа нового гражданского судна, учитывающий его характеристики.

Данная формула использует метод прямого счёта. Он заключается в расчёте необходимого показателя на основе известных или заданных величин [10]. Кроме того, он позволяет более точно определить потребность в ресурсе с учётом доступности всех необходимых для этого сведений. Этот метод является точным и наиболее распространённым [11]. Он исключает возможность недооценки вклада отдельных элементов в формирование соответствующего показателя [12]. Размер субсидии определяется путём перемножения соответствующих показателей. Формула обеспечивает простоту и точность соответствующих расчётов. Недостаток методики заключается в ограниченности факторов, влияющих на итоговый размер субсидии. В частности, не учитываются размер судна и его мощность, которые также существенно влияют на стоимость приобретения.

Постановление Правительства РФ от 15.11.2014 № 1212 утвердило порядок получения субсидий российскими организациями, осуществляющими реализацию инвестиционных проектов индустрии детских товаров, на уплату процентов по кредитам и компенсацию затрат по лизинговым платежам. Выбор получателей субсидий осуществляется посредством определения значения рейтинга соответствующих заявок. Рейтинг заявки (R_i) устанавливается формулой:

$$R_i = R_{vi} \times X_v + R_{ai} \times X_a + R_{ti} \times X_t + R_{ei} \times X_e + R_{oi} \times X_o,$$

где R_{vi} — рейтинг i -й заявки по критерию соотношения объёма реализации продукции и требуемой величины субсидии по итогам реализации проекта; X_v — удельный вес рейтинга i -й заявки по критерию отношения объёма реализации продукции к требуемой величине субсидии, значи-

мостью 30%; R_{ai} — рейтинг i -й заявки по критерию количества формируемых высокопроизводительных рабочих мест в соответствии с проектом; X_a — удельный вес рейтинга i -й заявки по критерию количества формируемых высокопроизводительных рабочих мест в соответствии с проектом, значимостью 20%; R_{ci} — рейтинг i -й заявки по критерию объёма налоговых платежей в бюджетную систему по итогам года, предшествовавшего календарному году подачи заявки; X_t — удельный вес рейтинга i -й заявки по критерию объёма налоговых платежей в бюджетную систему по итогам года, предшествовавшего календарному году подачи заявки, значимостью 20%; R_{ei} — рейтинг i -й заявки по критерию указываемого срока осуществления проекта; X_e — удельный вес рейтинга i -й заявки по критерию указываемого срока осуществления проекта, значимостью 15%; R_{oi} — рейтинг i -й заявки по критерию размера инвестиций в проект; X_o — удельный вес рейтинга i -й заявки по критерию размера инвестиций в проект, значимостью 15%.

Порядок определения получателей субсидий основан на методе рейтинговых оценок. В его рамках задаётся совокупность частных критериев и некоторое множество сравниваемых объектов, используемых для исследования [13]. По каждому критерию определяется величина рейтинговой оценки, формирующая общую (итоговую) рейтинговую оценку заявки. Основу итогового показателя рейтинговой оценки составляет сопоставление с условным эталоном, имеющим наилучшие результаты по всем рассматриваемым критериям в ряду оцениваемых участников [14]. Этот метод используется для получения многосторонней оценки при исследовании совокупности показателей. Он позволяет осуществить комплексный сравнительный анализ объектов, основываясь на характеризующих их параметрах [15]. Преимуществами данной методики являются многофакторность, сопоставимость производственных возможностей предприятий по заданным критериям, объективность оценки. Её недостатки заключаются в широком усмотрении при выборе анализируемых данных и оценке степени их значимости для расчёта рейтинговой оценки. В данном случае отсутствие в методике реальных данных о показателях предприятия (финансовая устойчивость, инновации в производстве, объём выпуска продукции и т.д.) делают её абстрактной, снижая тем самым эффективность расходования бюджетных средств.

Постановление Правительства РФ от 27.12.2012 № 1432 (ред. от 04.06.2015) установило формулу объёма субсидий, предоставляемых производителям, реализовавшим сельскохозяйственную технику покупателям, находящимся на территории одного российского региона или реализовавшим сельскохозяйственную технику отечественным лизинговыми компаниям (фирмам), передавшим сельскохозяйственную технику в финансовую аренду (лизинг) лизингополучателям территории одного региона РФ, в I квартале текущего года (тыс. руб.):

$$C_i = (C - 1000 \times n) \times (V_i / \sum_{i=1}^n (V_i)) + 1000,$$

где C — величина субсидий федерального бюджета на соответствующие цели на текущий финансовый год; V_i — удельный вес сельскохозяйственной продукции региона в продукции сельского хозяйства страны (по данным Росстата за последний отчётный год на дату составления расчёта, по Республике Крым и г. Севастополь в 2014 и 2015 гг. — по данным за 2010 г.); n — число субъектов РФ, удельный вес сельскохозяйственной продукции которых в продукции сельского хозяйства страны отличается от нуля.

Эта формула представляет собой метод пропорциональных зависимостей показателей. Этот метод основывается на тезисе о возможности идентификации наиболее важного в деятельности предприятия показателя, который, обладая таким свойством, может использоваться как базовый для расчёта значений других показателей путём установления пропорциональных зависимостей от него [16]. Метод пропорциональных зависимостей является разновидностью детерминированных методов. Детерминированные методы предусматривают существование функциональных или жёстко определённых связей, когда имеет место соответствие значения факторного признака конкретному неслучайному значению результативного признака [17]. Производный показатель C зависит от двух базовых показателей: n и V_i . Объём соответствующих субсидий детерминирован количеством субъектов Российской Федерации, удельный вес продукции сельского хозяйства которых в продукции сельского хозяйства Российской Федерации отличен от нуля и удельным весом продукции сельского хозяйства субъекта Российской Федерации в продукции сельского хозяйства Российской Федерации. Преимуществом этой методики является возможность прогнозирования размера субсидий, исходя из известности значений соответствующих показателей. Недостаток данной методики заключается в том, что она упрощённо выражает взаимосвязи между показателями без учёта потребностей соответствующей территории в сельхозтехнике.

Данные о методике предоставления субсидий в сельском хозяйстве и промышленности можно систематизировать на основе подходов к классификации методов государственной финансовой поддержки предприятий и представить в табличном виде (см. таблицу).

Указанная в настоящем исследовании классификация методов субсидирования отдельных отраслей сельского хозяйства и промышленности позволяет определить принцип распределения субсидий в рамках каждой формулы, что даёт возможность установить степень влияния её параметров на итоговый показатель. Эта зависимость отражает критерии оказания государственной поддержки, которые детерминированы целями и задачами развития соответствующих отраслей. Таким образом, рассматриваемая методология даёт представление о подходах к финансированию отраслей, исходя из приоритетов государства.

Систематизация расчётных методов государственной поддержки в форме субсидий

Наименование подхода (отрасли)	Метод	Сущность метода	Описание применяемого метода к расчётам (+ и –)
1. Комплексный (сельское хозяйство)	Комплексных показателей	<p>Введение обобщённого показателя, отражающего связи и изменения других показателей, основывается на предположении, что экономическое явление (процесс) детерминируется комплексом взаимосвязанных показателей. Формула детерминирует форму связи комплексного индикатора от показателей. Итоговый показатель определяется на основе расчёта комплекса других показателей формулы. Метод комплексных показателей используется для обоснования мер стимулирования повышения эффективности предприятий. Достоинством данной методики является лёгкость расчётов. Она позволяет установить источник(и) происхождения изменений соответствующего индикатора</p>	<p>Применяемые показатели корреспондируют целевому назначению субсидии и соответствуют критериям её предоставления. При этом методика не охватывает технологический аспект осуществления соответствующих работ и продуктивное использование мелиорируемых земель, что отрицательно влияет на её результативность. Дополнение модели соответствующими показателями будет способствовать совершенствованию методики и повысит результативность её реализации</p>
2. Корректировочный (сельское хозяйство)	коэффициентов	<p>Активное использование входящих в формулу корректировочных коэффициентов. Увеличивается точность соответствующих расчётов. Коэффициент определяет значимость того или иного показателя, входящего в соответствующую формулу. Данный метод способствует повышению объективности и достоверности рас-</p>	<p>Возможность целенаправленного влияния государства на процесс реализации несвязанной поддержки и её целевые индикаторы через установление значений соответствующих коэффициентов. Многоэтапность расчётов и произвольность значений коэффициентов, содействие интенсивному использованию сельхозугодий и увеличению их размеров при игнори-</p>

Наименование подхода (отрасли)	Метод	Сущность метода	Описание применяемого метода к расчётам (+ и –)
3. Весовой (сельское хозяйство)	Удельных весов	Эффективно применяется при экономико-математическом моделировании параметров региональной продовольственной безопасности. Возможность оценки не только абсолютных показателей, но и степени дифференциации расчётных элементов формулы, используемых для их определения	Описание применяемого метода к расчётам (+ и –) ровании урожайности и отрицательном влиянии показателя почвенного плодородия, препятствуют эффективному развитию сельскохозяйственного производства, росту почвенного плодородия и увеличению продуктивности сельскохозяйственных культур Рассчитывается конкретная доля субъекта РФ в общем объёме соответствующего молока субъектов РФ, которая умножается на предусмотренный общий размер субсидирования. Методика характеризуется простотой расчёта соответствующего размера субсидии. Методика не учитывает такие параметры, как качество производимого молока и, применяемые при его производстве, современные технологии (зависимость только от количественных показателей)
4. Однократный (промышленность)	прямого счёта	Расчёт показателя на основе заданных значенний используемых параметров. Более точно определяет количество необходимого ресурса при доступности соответствующих данных для расчёта. Точный и наиболее распространённый метод. Нивелирует возможность недооценки веса отдельных параметров в определении соответствующего расчётного показателя	Расчёт размера субсидии через произведение соответствующих показателей. Простота и точность производимых расчётов. Ограниченность параметров, определяющих итоговую величину субсидии. Не включены в расчёт такие характеристики, как размер судна и его мощность, оказывающие существенное влияние на стоимость плавсредства

Наименование подхода (отрасли)	Метод	Сущность метода	Описание применяемого метода к расчётам (+ и –)
5. Рейтинговый (промышленность)	рейтинговых оценок	<p>Определяется совокупность критериев и некоторое количество сравниваемых объектов, подлежащих для исследования. Итоговый показатель рейтинговой оценки определяется путём сравнения с некоторым выбранным эталоном, показывающем наилучшие результаты по всем рассматриваемым характеристикам среди участников оценки. Многосторонняя оценка совокупности исследуемых показателей. Комплексный сравнительный анализ объектов на основе характеристик их параметров</p>	<p>В отношении каждого критерия устанавливаются размер рейтинговой оценки, определяющей общую (совокупную) рейтинговую оценку заявки. Многофакторность, сопоставимость ресурсов предприятий по единым критериям, объективность результатов. Субъективность выбора исследуемых параметров и оценки степени их влияния на расчёт рейтинговой оценки. Отсутствие в модели реальных данных о показателях производственно-хозяйственной деятельности предприятия создаёт риск неэффективного использования бюджетных средств</p>
6. Пропорциональный (промышленность)	пропорциональных зависимостей показателей	<p>Возможность определения наиболее существенного показателя в деятельности предприятия, являющегося базовым для расчёта значительных других показателей через детерминацию пропорциональных зависимостей от него. Один из видов детерминированных методов. Детерминированные методы предполагают наличие функциональных или жёстко установленных связей, когда достигается соответствие значения факторного признака конкретному неслучайному значению результирующего признака</p>	<p>Зависимость производного показателя размера субсидий S от двух базовых показателей: p и V. Прогнозирование размера субсидий при известности значений соответствующих показателей. Стимулирует рост производства сельскохозяйственной продукции в регионе. Модель не учитывает потребностей соответствующей территории в сельхозтехнике</p>

Источник: составлено автором.

Список источников

1. Буханин С.В., Индала М., Мельников А.В. Определение комплексного показателя “качество – цена” готовой продукции на примере производства резин // Вестник ВГУИТ. 2012. № 4. С. 62–67.
2. Шилова Н.А., Собинина А.А. Методика расчёта комплексного показателя уровня городской преступности // Arctic Environmental Research. 2014. № 1. С. 115–119.
3. Панагушин В.П., Лютер Е.В., Гусарова Ю.В. Метод оценки эффективности деятельности промышленных предприятий как инструмент антикризисного управления (Региональный аспект) // Эффективное антикризисное управление. 2013. № 3 (78). С. 96–101.
4. Бурлуцкая Т.П. Графо-аналитический метод комплексной оценки показателей динамики эффективной работы промышленного предприятия // Российское предпринимательство. 2009. № 3. С. 83–88.
5. Вольнова В.А., Храпаль Е.И., Балакина Е.П. Определение рыночной величины арендной ставки помещений объекта оценки методом поправочных коэффициентов // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2006. № 4 (55). С. 84–92.
6. Шаманин В.И. Методика расчёта налогового потенциала Астраханской области // Вестник АГТУ. Сер.: Экономика. 2016. № 2. С. 99–107.
7. Рогачев А.Ф., Гагарин А.Г., Тюрякова Н.В. Алгоритмическое моделирование урожайности зерновых культур с использованием лингвистических переменных // Известия Нижневолжского агропромышленного университетского комплекса. 2009. № 1 (13). С. 136–143.
8. Чекавинский А.Н., Селименков Р.Ю. Моделирование продовольственной безопасности региона // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2014. № 4 (34). С. 226–235.
9. Белехова Г.В. О методологических подходах к исследованию сберегательного поведения населения // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2015. № 1 (37). С. 246–263.
10. Пшеничная Е.С. Исследование инструментария, используемого аудитором при формировании прогнозной финансовой информации в газораспределительных организациях // Учёт и статистика. 2010. № 2 (18). С. 75–79.
11. Костенко И.С., Гольц Н.Е. Определение потребности в материальных ресурсах: порядок и методы расчёта // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2015. № 11. Т. 2. С. 857–859.
12. Любимова Е.В., Кондратьева Е.В., Чернышов А.А. [и др.]. Среднесрочное прогнозирование потребности Сибирского федерального округа в электроэнергии // Мир экономики и управления. 2007. Т. 7. № 2. С. 31–40.
13. Гаджиева Д.С. Методика комплексной рейтинговой оценки качества корпоративного управления // Региональные проблемы преобразования экономики. 2009. № 4 (21). С. 308–317.
14. Постюшков А.В. Методика рейтинговой оценки предприятий // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2003. № 1 (16). С. 46–54.
15. Петухов В.Д. Определение конкурентоспособности предприятий методом рейтинговых оценок (на примере микроэлектронной промышленности) // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2012. № 7 (43). С. 19.

16. Толстых А.А., Толстых Е.С., Седлов И.В. Прогнозирование денежных потоков на основе пропорциональных зависимостей и ритмичности платежей // Теория науки. 2012. № 2. С. 65–72.
17. Белоусова Т.И. Прогнозирование бухгалтерского баланса // Наука и предпринимательство. 2013. Вып. 6. С. 23–31.

Сведения об авторах / About authors

Чекунов Андрей Сергеевич, кандидат экономических наук, главный специалист-эксперт по развитию кооперации Ростовского областного союза потребительских обществ. 344002, Россия, г. Ростов-на-Дону, проспект Будёновский, 19а/55. *E-mail: chekunovandrey61@mail.ru.*

Andrey S. Chekunov, PhD of Economics, Chief expert on development of cooperation of Rostov regional union of consumer societies. 344002, Russia, Rostov-on-Don, Budennovsky Ave, 19a /55. *E-mail: chekunovandrey61@mail.ru.*

Оценка использования организациями информационных технологий для обмена данными

Юлия Пиньковецкая

Ульяновский государственный университет,
г. Ульяновск, Россия

Информация о статье

Поступила в редакцию:

14.04.2022

Принята

к опубликованию:

06.03.2023

УДК 332.05

JEL M20

Ключевые слова:

организации, аккаунты, электронный обмен данными, цифровизация, государственные услуги, регионы России.

Keywords:

organizations, social media accounts, electronic data interchange, digitalization, public services, regions of Russia.

Аннотация

Цель нашего исследования — оценка показателей, характеризующих использование таких видов информационных технологий, как электронный обмен данными между своими и внешними информационными системами, получение государственных услуг от органов управления в электронном виде, включая платежи, создание аккаунтов в социальных сетях организациями, расположенными в разных регионах России. В качестве эмпирических данных использовалась официальная информация Росстата за 2020 г. Исследование показало, что в 2020 г. в среднем около 60% организаций использовали электронный обмен данными.

Information Technology Use in Organizations: Assessing Data Sharing

Iuliia S. Pinkovetskaia

Abstract

One of the most urgent problems is to increase the level of digitalization of enterprises and organizations. An effective solution is provided for a wide range of management tasks, including those related to the transition to electronic document flow and an electronic means of transmitting information. The purpose of the study is to evaluate indicators that characterize the use of the types of information technologies — electronic data exchange between internal and external information systems, public services received from government authorities in the electronic form, including payments, and creation of

social media accounts by organizations located in different regions of Russia. The Rosstat information for 2020 served as the empirical data for the research. Modeling of the empirical data was based on the normal distribution density functions. The study has found that the technologies have different levels of application by organizations. It has shown that on average about 60% of organizations used electronic data exchange between their own and external information systems in 2020. The level of public services received from government bodies in electronic form, including payments, was 48%. The average regional share of organizations that create their own social media accounts made up 34%. The study contributes to better understanding of the regional specifics in terms of the information technology use by organizations in the regions of Russia.

Введение

Как известно, в двадцать первом веке произошло существенное развитие информационных технологий, которое затронуло все сферы жизни людей и особенно сильно деятельность организаций. Эти технологии обеспечивают эффективное решение широкого круга управленческих задач, в том числе связанных с отказом от бумажного документооборота и переходом к электронному формату передачи информации [1–2]. Применение информационных технологий, как указано в исследованиях [3–4], является основным технологическим трендом, который меняет условия функционирования современных организаций.

В последние годы в российских организациях наибольшее внимание стало уделяться таким видам информационных технологий, как электронный обмен данными между своими и внешними информационными системами [5–8], получение государственных услуг от органов управления в электронном виде [9–11], создание собственных аккаунтов в социальных сетях [12–14].

Для дальнейшего развития этих технологий важно, чтобы как государственные, так и региональные власти, а также руководители организаций понимали большие потенциальные возможности этих технологий, а также существующие проблемы, связанные с их использованием. Поэтому изучение вышеупомянутых технологий имеет важное значение. Дополнительное ускорение использования информационных технологий было обусловлено последствиями пандемии COVID–19 [15]. В связи с социальным дистанцированием и изменением условий взаимодействия с потребителями и поставщиками, многие организации были вынуждены внедрить эти технологии за очень короткое время.

Несмотря на наличие исследований по проблеме использования указанных выше информационных технологий в деятельности организаций, региональным особенностям их изучения уделяется недостаточное внимание. В России такие региональные особенности определяются разным уровнем социально-экономического развития регионов, наличием достаточного контингента соответствующих квалифицированных специалистов, а также возможностью осуществления внутри регионов трансферта информационных технологий от передовых предприятий и научно-исследовательских центров. Именно поэтому в таких публикациях, как [16–18] прозвучали призывы к более глубокому рассмотрению

региональных особенностей использования этих технологий в российских организациях.

Цель данного исследования — оценка показателей, характеризующих использование таких видов информационных технологий, как электронный обмен данными между своими и внешними информационными системами, получение государственных услуг от органов управления в электронном виде, включая платежи, создание аккаунтов в социальных сетях организациями, расположенными в разных регионах России. Статья направлена на получение определённого эмпирического и методологического вклада в знания об уровне применения указанных выше технологий. При этом основное внимание уделяется региональным аспектам рассматриваемой проблемы.

Материалы и методы исследования

В нашей статье рассматриваются следующие показатели: доля организаций, использующих электронный обмен данными между своими и внешними информационными системами, в общем количестве всех организаций, расположенных в регионе (первый показатель), доля организаций, получающих государственные услуги от органов управления в электронном виде, включая платежи, в общем числе всех организаций, расположенных в регионе (второй показатель), доля организаций, использующих аккаунты в социальных сетях, в общем числе всех организаций, расположенных в регионе (третий показатель).

Процесс исследования включал пять этапов. На первом этапе были сгенерированы исходные данные, описывающие общее количество организаций, расположенных в каждом из регионов России в 2020 г., а также количество таких организаций, которые использовали в своей деятельности рассмотренные информационные технологии для обмена данными без использования бумажных носителей информации. На втором — были рассчитаны значения показателей, характеризующих уровень использования этих технологий организациями, расположенными в каждом из регионов. На третьем — были разработаны три модели, описывающие распределение указанных показателей по регионам. На четвёртом — были определены средние значения показателей по регионам, а также диапазоны, в которых находятся значения этих показателей по большинству из регионов. На пятом этапе были определены регионы, которые характеризовались максимальными и минимальными значениями показателей по данным за 2020 г. Анализ ANOVA был проведён для групп регионов с максимальными и минимальными значениями показателей.

В качестве исходной информации в исследовании использовались официальные статистические данные за 2020 г. по 82 регионам России [19]. В исследовании проводился компаративный анализ пространственного распределения использования рассматриваемых цифровых технологий.

В нашем исследовании были проверены следующие гипотезы:

Н1 — каждая из трёх рассматриваемых информационных технологий обмена данными получила существенное развитие и используется организациями, расположенными во всех регионах России;

Н2 — значения каждого из трёх показателей однородны, поскольку коэффициенты вариации для каждого из них не превышают 33%;

Н3 — регионы, характеризующиеся максимальными и минимальными значениями показателей, расположены в разных федеральных округах.

Оценка распределений значений трёх рассматриваемых показателей по регионам России проводилась на основе математического моделирования исходных эмпирических данных. В качестве моделей использовались функции плотности нормального распределения, метод разработки которых для оценки значений относительных показателей, был предложен автором. Некоторые аспекты использования методологии приведены в статье [20, 21].

Дисперсионный анализ показателей по регионам с минимальными и максимальными их значениями, был основан на методе ANOVA [22]. Процедура однофакторного дисперсионного анализа включала определение соотношения между внутригрупповой дисперсией и межгрупповой дисперсией по группам с максимальными и минимальными значениями показателей. Дисперсионный анализ позволил проверить, насколько дисперсия, вызванная различием между группами, была больше по сравнению с дисперсией, вызванной внутригрупповой дифференциацией. То есть, установить наличие существенных различий между группами регионов с максимальными и минимальными значениями каждого из показателей.

Результаты

В ходе вычислительного эксперимента было проведено экономико-математическое моделирование на основе эмпирических данных. Модели, описывающие распределения (y_1 ; y_2 ; y_3) трёх показателей (x_1 , %; x_2 , %; x_3 , %) показаны ниже:

– доля организаций, использующих электронный обмен данными между своими и внешними информационными системами, в общем количестве всех организаций, расположенных в регионе:

$$y_1(x_1) = \frac{585,71}{5,88 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_1 - 53,94)^2}{2 \times 6,40 \times 6,40}}; \quad (1)$$

– доля организаций, получающих государственные услуги органов управления в электронном виде, включая платежи, в общем числе всех организаций, расположенных в регионе:

$$y_2(x_2) = \frac{468,57}{5,39 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_2 - 47,63)^2}{2 \times 5,39 \times 5,39}}; \quad (2)$$

– доля организаций, использующих аккаунты в социальных сетях, в общем числе всех организаций, расположенных в регионе:

$$y_3(x_3) = \frac{370,29}{4,54 \times \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_3 - 33,92)^2}{2 \times 4,54 \times 4,54}}. \quad (3)$$

Проверка того, насколько хорошо функции плотности нормального распределения (1)–(3) аппроксимируют рассматриваемые данные, основывается на применении критериев согласия Колмогорова–Смирнова, Пирсона, Шапиро–Вилка, вытекающих из методологии математической статистики. Они позволяют сопоставить эмпирическое распределение изучаемого показателя с теоретическим, описанным разработанной функцией. Критерий Колмогорова–Смирнова используется для сопоставления двух распределений: эмпирического и теоретического. Он основывается на определении суммы накопленных расхождений между двумя такими распределениями. Если различия между ними не существенны и не достигают критического значения, то это служит основанием для признания высокого качества аппроксимации. Критерий Пирсона отвечает на вопрос о том, с одинаковой ли частотой встречаются разные значения показателя в эмпирическом и теоретическом распределениях. Чем больше расхождение между двумя сопоставляемыми распределениями, тем больше расчётное значение критерия Пирсона. Критерий Шапиро–Вилка используется для проверки соответствия распределения эмпирических данных нормальному закону распределения. Одновременное использование указанных трёх критериев согласия позволяет сделать однозначный вывод о качестве аппроксимации эмпирических данных. Расчётные значения статистик по этим критериям приведены в табл. 1. В этой же таблице представлены критические значения по каждому из критериев для уровня значимости 0,05.

Информация, приведённая в столбце 2 табл. 1, показала, что все рассчитанные значения меньше критического значения по критерию Колмогорова–Смирнова. Аналогично критическое значение по критерию Пирсона (столбец 3) больше соответствующих расчётных статистик. Данные, приведённые в столбце 4 больше критического значения теста Шапиро–Вилка. Следовательно, можно сделать вывод, что разработанные функции распределения обладают высоким качеством аппроксимации исходных данных в соответствии с нормальным законом распределения.

На следующем этапе исследования проводилась оценка рассматриваемых показателей на основе разработанных функций. Значения показателей, средние по регионам России, приведены в колонке 2 табл. 2. Эти значения были определены на основе функций (1)–(3). В столбце 3 табл. 2 указаны стандартные отклонения для обсуждаемых показателей. Значения показателей, характеризующих верхнюю и нижнюю границы интервалов, соответствующих большинству регионов, приведены

в столбце 4. Нижние границы рассчитываются как разница между средним значением и стандартным отклонением, а верхние границы — как сумма среднего значения и стандартного отклонения.

Таблица 1

Расчётные и критические значения статистик

Показатель	Тест Колмогорова–Смирнова	Тест Пирсона	Тест Шапиро–Вилка
1	2	3	4
Доля организаций, использующих электронный обмен данными между своими и внешними информационными системами, в общем количестве всех организаций, расположенных в регионе	0,05	3,53	0,99
Доля организаций, получающих государственные услуги органов управления в электронном виде, включая платежи, в общем числе всех организаций, расположенных в регионе	0,03	0,75	0,98
Доля организаций, использующих аккаунты в социальных сетях, в общем числе всех организаций, расположенных в регионе	0,05	3,31	0,97
Критические значения по тестам	0,174	9,49	0,93

Источник: расчёты проведены автором на основе функций (1)–(3).

Приведённая информация подтверждает целесообразность оценки распределения показателей, характеризующих использование рассматриваемых информационных технологий в деятельности российских организаций, по регионам с использованием функций плотности нормального распределения.

Обсуждение результатов

Анализ данных, представленных в табл. 2, позволяет охарактеризовать долю организаций, использовавших рассматриваемые технологии обмена данными в своей деятельности в 2020 г. Среднее по региону значение показателя, характеризующего долю организаций, использующих электронный обмен данными между своими и внешними информационными системами, составило 53,9%. В большинстве регионов этот показатель колебался от 48,06% до 59,82%. Наименьшее значение первого показателя (29,4%) было в организациях, расположенных в республике Дагестан. В целом можно сделать вывод, что больше половины организаций, расположенных в российских регионах, использовали электронный обмен данными. Необходимо отметить, что в настоящее время в России при наличии цифровых (электронных) подписей созданы хорошие предпосылки для обмена официальными документами в удалён-

ной форме. Немногим менее половины всех организаций (47,6%) в среднем по регионам России получали государственные услуги от органов управления в электронном виде.

Таблица 2

Значения показателей, характеризующих уровни использования рассматриваемых информационных технологий обмена данными в организациях, %

Показатель	Средние по регионам значения	Стандартные отклонения значений	Значения, характерные для большинства регионов
1	2	3	4
Доля организаций, использующих электронный обмен данными между своими и внешними информационными системами, в общем количестве всех организаций, расположенных в регионе	53,94	5,88	48,06–59,82
Доля организаций, получающих государственные услуги органов управления в электронном виде, включая платежи, в общем числе всех организаций, расположенных в регионе	47,63	5,39	42,24–53,02
Доля организаций, использующих аккаунты в социальных сетях, в общем числе всех организаций, расположенных в регионе	33,92	4,54	29,38–38,46

Источник: расчёты проведены автором на основе функций (1)–(3).

В большинстве регионов этот показатель варьировался от 42,2% до 52,0%. Наименьшее значение второго показателя (28,4%) было в организациях, расположенных в Республике Дагестан. Приведённые данные позволяют сделать вывод о том, что около половины организаций пока не используют указанный вид технологий в своей деятельности несмотря на то, что эти технологии существенно повышают эффективность взаимодействия юридических лиц с органами управления. Около трети всех организаций (33,9%) в среднем по регионам используют аккаунты в социальных сетях. В большинстве регионов этот показатель находится в диапазоне от 29,4% до 38,5%. Наименьшее значение третьего показателя (19,7%) было в организациях, расположенных в Республике Дагестан. Использование соответствующей технологии необходимо только части организаций. Это обусловлено тем, что не все организации производят готовую продукцию и оказывают услуги конечным потребителям. Многие из них являются звеньями цепочек поставок, им не нужно рекламировать свою продукцию и, соответственно, создавать собственные аккаунты в социальных сетях. Учитывая это, уровень ис-

пользования аккаунтов в деятельности российских организаций, можно считать существенным.

Анализ показателей позволил сделать вывод, что среди рассматриваемых видов информационных технологий обмена данными наибольшее распространение получил такой обмен между своими и внешними информационными системами. Наименьшее распространение получили технологии, использующие аккаунты в социальных сетях. Вместе с тем, все рассматриваемые виды технологий имели существенное развитие, поскольку даже наименьшие значения каждого из трёх показателей больше 19%. Таким образом, можно констатировать, что первая гипотеза подтвердилась.

Данные табл. 2 позволяют сделать вывод об уровне дифференциации значений показателей по регионам. Была проанализирована степень вариации каждого из показателей. Для этой цели мы использовали стандартные отклонения, указанные в колонке 3 табл. 2. Коэффициенты вариации следующие: по первому показателю — 11%, по второму — 11%, по третьему показателю — 13%. Анализ показал, что во всех регионах уровень дифференциации значений трёх показателей был ниже 33%, т.е. не очень значительный. Следовательно, вторая гипотеза подтвердилась.

Следующим этапом было определение регионов, в которых были отмечены максимальные и минимальные значения каждого из показателей. Максимальными значениями являются те, которые превышают верхние границы диапазонов, указанных в столбце 4 табл. 2, а минимальными значениями являются те, которые меньше нижних границ этих диапазонов. Ниже приведены наименования регионов, в которых были расположены организации, отличающиеся максимальными значениями показателей:

– первый показатель — Магаданская область, Тамбовская область, Республика Алтай, Челябинская область, Смоленская область, Орловская область, Ивановская область, Липецкая область, Нижегородская область, Омская область, Новгородская область, город Санкт-Петербург, Белгородская область;

– второй показатель — Нижегородская область, Владимирская область, Оренбургская область, Свердловская область, Томская область, Липецкая область, Республика Татарстан, Сахалинская область, город Санкт-Петербург, Белгородская область, Забайкальский край, Магаданская область;

– третий показатель — Республика Алтай, Ивановская область, Республика Карелия, Тамбовская область, Удмуртская Республика, Ставропольский край, Московская область, Чеченская Республика, Новгородская область, Белгородская область.

Далее приведены наименования регионов, в которых были расположены организации, отличающиеся минимальными значениями показателей:

– первый показатель — Республика Дагестан, Волгоградская область, Республика Тыва, Республика Саха (Якутия), город Севастополь, Костромская область, Саратовская область, Республика Мордо-

вия, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Северная Осетия-Алания, Республика Коми, Чукотский автономный округ, Республика Ингушетия;

– второй показатель — Республика Дагестан, Тульская область, Костромская область, город Севастополь, Саратовская область, Волгоградская область, Ульяновская область, Кировская область, Республика Северная Осетия-Алания, Мурманская область;

– третий показатель — Чукотский автономный округ, Волгоградская область, город Севастополь, Омская область, Калининградская область, город Москва, Республика Крым, Приморский край, Новосибирская область, Алтайский край, Брянская область, Хабаровский край, Красноярский край.

Анализ местоположения регионов с максимальными и минимальными значениями каждого из трёх показателей продемонстрировал, что они относятся к разным федеральным округам. Это позволяет нам сделать вывод, что третья гипотеза подтвердилась.

Далее проводился так называемый ANOVA-анализ. При этом по каждому из рассматриваемых трёх показателей были проведены сравнения двух групп регионов соответственно с максимальными и минимальными значениями показателей, перечни которых были приведены выше. Итоги ANOVA-анализа приведены в табл. 3. В ней по каждой из этих групп регионов указаны статистические оценки. В первой и второй строках таблицы представлены соответственно средние значения показателей по группам регионов с максимальными и минимальными значениями. В третьей и четвертой строках приведены дисперсии по каждой из групп регионов с максимальными и минимальными значениями показателей. В следующих строках представлены межгрупповые оценки по группам регионов.

Анализ данных, приведённых в табл. 3, показывает, что для групп регионов, характеризующихся максимальными и минимальными значениями показателей, отмечаются относительно небольшие дисперсии внутри каждой группы. Это показывает, что в каждую из таких групп, включены регионы с близкими по величине значениями показателей.

В то же время, средние величины по группам регионов максимальными значениями показателей существенно отличаются от средних величин по группам регионов с минимальными значениями. Дисперсия между группами регионов с максимальными и минимальными значениями намного больше дисперсий, характерных для каждой из групп по всем трём рассматриваемым показателям. Данные, приведённые в табл. 3, позволяют сделать вывод, что по каждому из трёх, рассматриваемых в статье, показателей существуют значительные различия между группами регионов с максимальными и минимальными значениями. Статистические характеристики ANOVA по межгрупповым различиям, а именно по критериям Фишера и уровню значимости показали высокое качество полученных оценок.

Таблица 3

Статистические характеристики, описывающие группы регионов

Статистическая характеристика	Показатель		
	Первый	Второй	Третий
1. Среднее по регионам с максимальными значениями показателей, %	61,79	55,02	41,98
2. Среднее по регионам с минимальными значениями показателей, %	45,36	37,97	27,21
3. Дисперсия по регионам с максимальными значениями	4,01	3,67	7,63
4. Дисперсия по регионам с минимальными значениями	25,14	21,74	4,48
5. Дисперсия между группами регионов с максимальными и минимальными значениями	1753,61	1584,81	1232,28
6. Дисперсия внутри групп регионов с максимальными и минимальными значениями	14,58	11,80	5,83
7. Критерий Фишера	120,30	134,30	211,53
8. Критическое значение по критерию Фишера	4,26	4,35	4,32
9. Уровень значимости	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01

Источник: рассчитано автором на основе показателей (1)–(3).

Заключение

Цель нашего исследования, связанная с оценкой показателей, характеризующих использование трёх информационных технологий обмена данными в организациях, расположенных в регионах России, была достигнута. В ходе исследования была предложена и использована методика оценки этих показателей, основанная на функциях плотности нормального распределения.

Наше исследование вносит важный вклад в понимание региональных особенностей использования рассматриваемых информационных технологий организациями в России. Были получены новые знания об уровне применения трёх рассматриваемых видов технологий в различных регионах России. Исследование показало, что в 2020 г. в среднем около 60% организаций использовали электронный обмен данными между своими и внешними информационными системами. Уровень получения государственных услуг органов управления в электронном виде, включая платежи составлял 48%. Среднее по регионам значение третьего показателя, характеризующего долю организаций, использующих аккаунты в социальных сетях, составило 34%.

Наблюдались определённые различия в значениях трёх рассматриваемых показателей по регионам. В то же время эмпирические данные показали однородность значений по всей генеральной совокупности, поскольку коэффициенты вариации значений показателей не превы-

шали 13%. Были определены регионы, которые характеризовались максимальными и минимальными значениями трёх рассматриваемых показателей. Сравнительный анализ показал, что территориальное расположение регионов не влияет на максимальные и минимальные значения показателей.

Практическая значимость исследования для государственных и региональных органов власти заключается в учёте особенностей применения рассматриваемых информационных технологий, используемых в деятельности организаций, расположенных во всех регионах России. Полученные данные, а также предложенные инструменты анализа, возможно применять при проведении мониторинга изменения рассматриваемых процессов цифровизации в последующие годы. Результаты исследования могут быть использованы в работе федеральных и региональных структур, связанных с регулированием и планированием развития цифровизации и обоснованием выделения дополнительных ресурсов регионам с низким уровнем использования для осуществления управленческих процессов в организациях соответствующих технологий. Полученные новые знания представляют интерес и могут быть использованы в образовательных программах высшего образования по проблемам информатизации различных процессов. Методология, предложенная в исследовании, может быть использована регионами с большим количеством муниципальных образований для проведения сравнительного анализа аналогичных показателей.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на определение тенденций и закономерностей изменения показателей, рассматриваемых в данной статье, в последующие годы. Кроме того, особый интерес представляет оценка показателей использования рассматриваемых видов технологий организациями, расположенными в отдельных муниципальных образованиях, относящихся к каждому из регионов России. Для такой оценки может быть использован методологический подход, основанный на разработке функций плотности нормального распределения, который приведён в данной работе.

Список источников

1. Kumar D.M. Role of Information and Communication Technology in Business and Education // Studies in Indian Place Names. 2020. No. 40 (71). P. 386–392.
2. Rozmi A., Nohuddin P., Hadi A. [et al.]. Factors Affecting SME Owners in Adopting ICT in Business using Thematic Analysis // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. 2020. No. 11 (7). P. 208–218.
3. Leviäkangas P. Digitalisation of Finland's transport sector // Technological Society. 2016. No. 47 (1). P. 1–15.
4. Parviainen P., Tihinen M., Kääriäinen J. [et al.]. Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice // IJISPM. 2017. No. 5 (1). P. 63–77.
5. Калугина Е.А. Система электронного документооборота, её преимущества и переход на электронный документооборот // Вестник Национального института бизнеса. 2019. № 37 (37). С. 110–113.

6. Конева Н.В., Янин А.Р. Разработка системы электронного документооборота на базе 1С: документооборот // Наука и образование: проблемы, идеи, инновации. 2017. № 1 (3). С. 27–28.
7. Новиков С.С. Электронная подпись: понятие и практика применения // Вестник Санкт-Петербургской юридической академии. 2020. № 4 (49). С. 60–67.
8. Полещук Н.А., Основин С.В. Информационное обеспечение логистики: основные понятия и технологии // Вести Института предпринимательской деятельности. 2020. № 1 (22). С. 41–47.
9. Пилипенко А.Д. Механизмы оптимизации взаимодействия сетевых СО НКО с государственными структурами // Каспийский регион: политика, экономика, культура. 2020. № 3 (64). С. 77–81.
10. Савин И.М. Цифровизация услуг государственных органов для организации строительства // Молодёжные инновации: сб. материалов семинара молодых учёных в рамках XXIII Международ. науч. конф. (г. Ханой, Вьетнам, 23–26 сентября 2020 г.). — М.: МИСИ–МГСУ, 2020. С. 35–39.
11. Тасуева Т.С., Борисова В.В. Цифровой формат региональной логистической системы государственных закупок // Вестник ГГТУ. Гуманитарные и социально-экономические науки. 2020. Т. 16. № 4 (22). С. 15–24.
12. Атрохова Д.А., Купрещенкова И.И. Сравнительный анализ аккаунтов гостиничных предприятий в социальных сетях и оценка медийной активности // Российские регионы: взгляд в будущее. 2020. Т. 7. № 4. С. 128–138.
13. Макаров А.М., Васильева Я.С. Коммуникативная результативность SMM малых и средних предприятий на примере рекламных публикаций в сообществах в социальных сетях // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. 2020. Т. 30. № 5. С. 654–662.
14. Рецлова Ю.А., Казакова В.А. Официальные аккаунты медицинской организации государственной системы здравоохранения. Советы бывалого // Здравоохранение Югры: опыт и инновации. 2020. № 3 (24). С. 71–75.
15. The digital transformation of SMEs. Policy Highlights, Paris. OECD Publishing. 2021. — URL: <https://www.oecd.org/publications/the-digital-transformation-of-smes-bdb9256a-en.htm>.
16. Аксянова А.В., Александровская И.П., Гадельшина Г.А. К вопросу о цифровом неравенстве регионов Российской Федерации // Управление устойчивым развитием. 2021. № 6 (37). С. 5–13.
17. Александрова Т.В. Цифровое неравенство в регионах России: причины, оценка, способы преодоления // Экономика и бизнес: теория и практика. 2019. № 8. С. 9–12.
18. Мидлер Е.А., Шарифьянов Т.Ф. Цифровое неравенство в территориальном аспекте: практика преодоления // Учёные записки Международного банковского института. 2020. № 2 (32). С. 51–63.
19. Федеральная служба государственной статистики // Наука, инновации и технологии. — URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> (дата обращения: 07.06.2022).
20. Pinkovetskaia I., Nuretdinova Y., Nuretdinov I. [et al.]. Mathematical modeling on the base of functions density of normal distribution // Revista de la Universidad del Zulia. 2021. No. 12 (33). P. 34–49.
21. Пиньковецкая Ю.С. Оценка занятости на малых и средних предприятиях России (по видам экономической деятельности и в региональном аспекте) // Известия ДВФУ. Экономика и управление. 2018. № 1 (85). С. 75–89.

22. Ostertagova E., Ostertag O. Methodology and Application of One-way ANOVA // American Journal of Mechanical Engineering. 2013. No. 1 (7). P. 256–261.

Сведения об авторах / About authors

Пиньковецкая Юлия Семеновна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономического анализа и государственного управления, Ульяновский государственный университет, 432000, Россия, г. Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42. E-mail: *judy54@yandex.ru*.

Iuliia S. Pinkovetskaia, PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Economy Analysis and State Management, Ulyanovsk State University, 42, L. Tolstogo, Russia, 432000. E-mail: *judy54@yandex.ru*.

Принятие решения по выбору паттерна инноваций при разработке стратегии промышленного предприятия в условиях неопределённости и риска

Владимир Чаплыгин¹, Вадим Мороз²

¹ Высшая банковская школа,
г. Гданьск, Польша

² Калининградский институт переподготовки кадров агробизнеса,
г. Калининград, Россия

Информация о статье

Поступила в редакцию:

12.10.2022

Принята

к опубликованию:

03.06.2023

УДК 338.45

JEL C51, L21, O32

Ключевые слова:

инновационная стратегия предприятия; паттерн инноваций; теория нечётких множеств; регрессионно-корреляционный анализ; метод IDOCR IW; серый реляционный анализ; метод TODIM.

Keywords:

innovative strategy of the enterprise; an innovation pattern; a theory of fuzzy sets; regression-correlation analysis; the IDOCR IW method; grey relational analysis; the TODIM method.

Аннотация

Исследование посвящено проблемам разработки методологии принятия решения по выбору паттерна инноваций в рамках разработки инновационной стратегии промышленного предприятия. Цель работы — выработка практических рекомендаций по выбору паттерна инноваций в условиях неопределённости и риска. Результаты работы: разработана методика принятия решения по выбору паттерна инноваций, основанная на сочетании двух методов принятия решений: серого реляционного анализа и метода TODIM, с определением весов оцениваемых критериев по методу IDOCR IW.

Developing the Strategy of the Industrial Enterprise under Uncertainty and Risk: Decision-Making on the Choice of an Innovation Pattern

Vladimir G. Chaplygin, Vadim N. Moroz,

Abstract

The study is devoted to the problems of developing a decision-making methodology for choosing an innovation pattern as part of the development of an innovative strategy for an industrial enterprise. The aim of the paper is to develop practical recommendations for choosing an innovation pattern under conditions of uncertainty and risk. As a result, a decision-making technique for choosing an innovation pattern has been developed, combining two decision-making methods: grey relational analysis and

the TODIM method, with the weights of the criteria determined with the IDOCRIW method.

В работе предложена методика выбора паттерна инноваций, основанная на сочетании двух методов принятия решения, в значительной мере представленных в работах, индексируемых в Scopus и Web of Science: серого реляционного анализа (grey relational analysis) и метода TODIM.

Представленные методы принятия решения предполагают определение весов оцениваемых критериев, характеризующих значимость каждого из них. Веса критериев предлагается рассчитывать по методу IDOCRIW. Данный метод представляет собой метод объективного установления весов критериев, основанный на определении степени доминирования значений каждого критерия с одновременной оценкой потерь по каждому критерию.

Предложенная методика позволяет проводить детальный анализ паттернов инноваций, выступающих в роли оцениваемых альтернатив, по всем используемым в оценке критериям, с учётом потерь, связанных с выбором каждой альтернативы.

Введение

В современных условиях основным инструментом обеспечения развития и конкурентоспособности на различных уровнях экономики является инновационная деятельность. В Стратегии научно-технического развития Российской Федерации в качестве одного из основных направлений реализации государственной политики в области научно-технологического развития Российской Федерации указана инфраструктура и среда, включая поддержку отдельных территорий (регионов) с высокой концентрацией исследований, разработок, инновационной инфраструктуры, производства и их связи с другими субъектами Российской Федерации в части, касающейся трансфера технологий, продуктов, услуг [5]. Вместе с тем, инновационное развитие региональной экономики тесно связано с инновационным развитием предприятий, расположенных на территории конкретного региона. Бизнес сегодня рассматривается как существенный элемент конкурентоспособной и устойчивой региональной инновационной системы [23].

Крупные промышленные компании являются локомотивом регионального инновационного развития и определяют его вектор. Й. Шумпетер отмечал значительную роль крупного бизнеса в инновационном развитии. По его утверждению, “наибольшего прогресса достигли не фирмы, работающие в условиях сравнительно свободной конкуренции, а крупные концерны, которые также способствовали успеху в конкурентном секторе“. В его работе “Капитализм, социализм и демократия” крупное предприятие рассматривается как наиболее мощный двигатель экономического прогресса и, в особенности, долговременного наращивания объёма производства [11].

В современных работах отмечается значительная роль крупных компаний в контексте регионального инновационного развития [9, 12, 22]. Если крупная фирма серьезно занимается исследованиями и разработками, и обладает абсорбционными способностями в той или иной технологической области, она создаёт положительные экстерналии для небольших инновационных компаний, действующих в данном регионе [9]. При этом под экстерналиями (externalities) понимаются внешние эффекты, а абсорбционные способности (absorptive capacity) представляют собой способность фирмы к восприятию и эффективному использованию внешнего знания. Такие фирмы называются “якорными арендаторами” (anchor tenant) [9, 12, 22]. Этот термин традиционно используется для обозначения большого магазина в крупном торговом центре, который создаёт дополнительный спрос для других магазинов [9, 12]. Благодаря узнаваемости брэнда “якорного арендатора”, другие магазины, расположенные в торговом центре, достигают больших объёмов прибыли по сравнению с иным месторасположением [22]. В региональном контексте “якорный арендатор” представляет собой локальную компанию, которая в значительной мере участвует в исследованиях и разработках и обладает абсорбционными способностями в определённой технологической области. Благодаря своему участию на локальных рынках технологий и наличию специализированных ресурсов, такая компания может распространять экстерналии на инновационные фирмы меньшего размера. Эти экстерналии могут способствовать применению малыми фирмами результатов университетских исследований и снижению их издержек, а также повысить их перспективы по обеспечению будущей рентабельности и роста. Наличие компании-“якорного арендатора” в регионе усиливает региональную инновационную систему, поскольку делает результаты исследований, проводимых местным университетом, способными к применению компаниями и стимулирует локальные промышленные исследования и разработки [12].

Роль “якорного арендатора” выполняют крупные технологически продвинутые компании, особенно в развивающихся отраслях. Такая компания обладает преимуществами размера в области внутренней экономики по масштабу, координации задач и управлению значительными информационными потоками. Наличие в регионе крупной компании, действующей в течение продолжительного периода времени, создаёт позитивный эффект агломерации, выраженный в формировании пула квалифицированной рабочей силы и концентрации специализированных ресурсов, которые могут принести выгоду фирмам меньшего размера. Существование “якорного арендатора” может способствовать нахождению вновь создаваемыми фирмами (стартапами) относительно стабильной рыночной ниши, что позволит им развиваться. Область деятельности и технологическая ориентация “якорного арендатора” влияет на технологическую траекторию этих стартапов [22].

Вместе с тем отмечается актуальность проблемы выбора паттерна инноваций именно для крупных промышленных предприятий. В работе [35] выделены 4 основных потенциала крупных промышленных пред-

приятий, обуславливающих их возможности в инновационной деятельности: ресурсный потенциал, основными элементами которого являются финансовый потенциал, включая собственный капитал, средства финансирования, дебиторскую задолженность и т.д., а также человеческий потенциал, включая управленческие кадры, инженерно-технических работников, высококвалифицированных рабочих и т.д.; производственный потенциал, включая потенциал исследований и разработок и потенциал в области изготовления конечного продукта, выраженный в имеющихся патентах, секретах производства, результатах исследований и разработок, производственных циклах и использовании передового оборудования; потенциал реализации выпускаемой продукции на рынке, включая рыночный и маркетинговый потенциал, а также результаты инновационной деятельности. Иными словами, рыночное воплощение технологического инновационного потенциала предприятия: управленческий потенциал, включая инновационную стратегию и инновационные механизмы. Из этого в данной работе [35] делается вывод о возможностях крупного предприятия для реализации различных моделей поведения на рынке и об актуальности выбора паттерна инноваций для таких предприятий.

Однако для выполнения крупными промышленными компаниями роли локомотива регионального инновационного развития необходимо обеспечение высокой эффективности их инновационной деятельности. Главным инструментом обеспечения эффективности инновационной деятельности любого предприятия является грамотная разработка инновационной стратегии с учётом как преимуществ, так и рисков, связанных с созданием и внедрением различных видов инноваций.

В работе предложена методика выбора паттерна инноваций как важной составляющей разработки инновационной стратегии крупного промышленного предприятия, основанная на сочетании двух методов принятия решения, в значительной мере представленных в работах, индексируемых в Scopus и Web of Science: серого реляционного анализа (grey relational analysis) и метода TODIM. Представленные методы принятия решения предполагают определение весов оцениваемых критериев, характеризующих значимость каждого из них. Веса критериев предлагается рассчитывать по методу IDOCRIW. Данный метод представляет собой метод объективного установления весов критериев, основанный на определении степени доминирования значений каждого критерия с одновременной оценкой потерь по каждому критерию. Предложенная методика позволяет проводить детальный анализ паттернов инноваций, выступающих в роли оцениваемых альтернатив, по всем используемым в оценке критериям с учётом потерь, связанных с выбором каждой альтернативы. Применение данного подхода будет способствовать принятию решения по выбору паттерна инноваций с наименьшим риском и наибольшей выгодой за счёт комбинирования преимуществ серого реляционного анализа и метода TODIM: установления близости каждого паттерна к идеальной альтернативе и попарного сравнения альтернатив с учётом значимости потерь, а также ввиду учёта потерь как

непосредственно в процессе принятия решения, так и при установлении веса каждого критерия. На региональном уровне применение предложенного подхода к выбору паттерна инноваций в рамках разработки инновационной стратегии крупных промышленных предприятий, являющихся ключевыми предприятиями региона и определяющих вектор его инновационного развития, будет способствовать обеспечению и поддержанию высокой эффективности деятельности, конкурентоспособности и устойчивости таких предприятий, что позволит им создавать положительные экстерналии для иных предприятий, осуществляющих инновационную деятельность на территории региона, и вносить существенный вклад в региональное инновационное развитие. Работа состоит из 4 разделов: введение, теория, методология и результаты исследования.

Теоретическая рамка исследования

Концепция паттернализации инноваций, представляющей собой их классификацию по паттернам применительно к промышленному предприятию, предложена японскими учёными У. Ацуца и др. [16]. Под паттернализацией инноваций понимается классификация инноваций по различным паттернам. Данные исследователи выделяют 4 паттерна инноваций.

Паттерн 1 характеризуется разработкой принципиально новых технологий и внедрением их в производство с ориентацией на новые производства, новую продукцию, новый рынок и создание новых преимуществ, в корне отличающихся от преимуществ, связанных с масштабным и устоявшимся клиентским потенциалом.

Паттерн 2 представляет собой инновации, нацеленные на создание нового рынка на основе применения существующих технологий, многократно используемых и модернизируемых, так называемых базовых технологий (core technologies). Основной целью инновационной деятельности в рамках паттерна 2 является обновление и развитие базовых технологий, в целях реализации, выпускаемой на их основе, продукции на новом рынке.

Паттерн 3. Разработка и применение принципиально новых технологий в целях создания принципиально новой продукции либо кардинального улучшения качества выпускаемой продукции. Основная цель инновационной деятельности — удовлетворение потребностей целевой аудитории на существующем рынке за счёт разработки и внедрения в производство новых технологий.

Паттерн 4. Повышение качества выпускаемой продукции на основе применения и постепенной модернизации базовых технологий (core technologies) с реализацией данной продукции на существующем рынке. Целью инновационной деятельности в рамках этого паттерна инноваций является создание добавленной стоимости за счёт реализации продукции на существующем устойчивом рынке.

С учётом представленной классификации по уровню новизны, паттерны инноваций могут быть сгруппированы. Два паттерна: паттерн 1

и паттерн 3 относятся к базисным инновациям, а два другие паттерна: паттерн 2 и паттерн 4 — к улучшающим инновациям. Для удобства дифференциации паттернов инноваций и проведения их анализа в целях выбора наиболее предпочтительного паттерна в рамках разработки инновационной стратегии промышленного предприятия, авторы предлагают их разделение таким образом, чтобы номера паттернов, относящихся к одному типу, в соответствии с классификацией инноваций по уровню новизны, стояли рядом. Поэтому предлагается поменять местами паттерн 2 и паттерн 3. Это также позволит их ранжировать по степени риска: вначале идёт паттерн 1, затем паттерн 2, далее паттерн 3 и завершает ранжирование паттерн 4.

Определение наиболее предпочтительного паттерна инноваций имеет важное значение для разработки инновационной стратегии промышленного предприятия, поскольку промышленным предприятиям необходима разработка инновационной стратегии с учётом направления деятельности компании, долгосрочных тенденций развития, анализа конкурентов, влияния внешней среды и альтернативных вариантов [2], а также на основе прогнозирования уровня риска [29], при этом, выбор типа инновационной стратегии определяет теория жизненного цикла продукта, позиция предприятия на рынке и проводимая научно-техническая политика [2]. Акцент промышленного предприятия на том или ином паттерне инноваций отражает долгосрочные тенденции развития предприятия, влияние внутренней и внешней среды, в особенности, клиентской среды, выраженное в готовности клиентов к приобретению инновационной продукции, обладающей определённым уровнем новизны, и зависит от позиции предприятия на рынке. Вместе с тем, каждый из паттернов характеризуется определённым уровнем риска и может рассматриваться в качестве альтернативного варианта. Из этого можно заключить, что выбор паттерна инноваций охватывает значительное число аспектов разработки инновационной стратегии промышленного предприятия.

Материалы и методы исследования

Основой инновационной деятельности любого предприятия является реализация инновационных проектов, поэтому авторы считают необходимым оценивать инновационные проекты, реализуемые предприятием, с позиции паттернов инноваций, в целях определения наиболее предпочтительного паттерна при разработке инновационной стратегии. Для характеристики инновационных проектов с позиции паттернов инноваций авторы предлагают использовать концепцию Г.М. Мутанова, Ж.С. Есенгалиевой [4] и теорию нечётких множеств. Они рассматривают инновационные проекты как объекты двух взаимодействующих сегментов: науки и бизнеса и предлагают рассматривать их как двухмерные объекты: инновационность (I) и конкурентоспособность (K). Вычисление значений этих критериев они предлагают проводить при помощи метода, основанного на определении средних значений оценок экспертов по каждому критерию инновационности и конкурентоспособ-

ности. К критериям инновационности они относят соответствие проекта приоритетным направлениям индустриально-инновационной стратегии, актуальность исследования и уникальность проекта, научную новизну предлагаемых в проекте решений, технологический уровень проекта (новая технология), преимущества проекта по сравнению с существующими аналогами в мире и экономическую целесообразность проекта. Общий показатель инновационности Г.М. Мутанов, Ж.С. Есенгалиева предлагают определять как [4] (1):

$$I_j = \sum_{i=1}^n x_i f_{ij}, \sum_{i=1}^n x_i = 1, \quad (1)$$

где f_{ij} — значение i -го критерия j -го проекта для показателя инновационности; x_i — значение весового коэффициента i -го критерия для показателя инновационности; n — число критериев для показателя инновационности, $n = 6$. Интервал значений общего показателя инновационности от 1 до 9.

Каждый из паттернов инноваций обладает собственным уровнем инновационности. Наиболее высокие значения уровня соответствуют паттерну 1, далее идёт паттерн 2, затем следует паттерн 3 и наиболее низким уровнем инновационности обладает паттерн 4.

Авторами также была проведена работа по подбору функций принадлежности для определения степени принадлежности инновационного проекта к определённому паттерну инноваций. Для этой цели необходима функция принадлежности $\mu(A)x$ “высокая инновационность”, характеризующаяся монотонным возрастанием и выделение на ней интервалов значений, соответствующих той или иной характеристике степени принадлежности к нечёткому множеству “высокая инновационность”, соответствующих конкретному паттерну инноваций. Авторы полагают, что следует выделить 4 приблизительно равных интервала, отвечающих определённой характеристике степени принадлежности и паттерну инноваций: “очень высокая”, интервал значений функции принадлежности $\mu(A)x$ $0,75 \leq \mu(A)x \leq 1$, паттерн 1; “высокая”, интервал значений функции принадлежности $\mu(A)x$ $0,5 \leq \mu(A)x < 0,75$, паттерн 2; средняя, интервал значений функции принадлежности $\mu(A)x$ $0,25 < \mu(A)x < 0,5$, паттерн 3; низкая, интервал значений функции принадлежности $0,1 \leq \mu(A)x \leq 0,25$, паттерн 4. Затем нужно выделить на универсальном множестве значений показателя инновационности интервалы значений, соответствующие каждой характеристике степени принадлежности к нечёткому множеству “высокая инновационность” и каждому паттерну инноваций. Авторами были опробованы различные монотонно возрастающие функции принадлежности, представленные в современной литературе [1, 7, 8]. Анализ различных функций принадлежности, применительно к нечёткому множеству “высокая инновационность”, показал, что наиболее чёткую и равномерную градацию паттернов инноваций на универсальном множестве значений показателя инновационности даёт функция принадлежности класса γ , имеющая следующее математическое выражение (2):

$$\gamma = \begin{cases} 0 & \text{для } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{для } a \leq x \leq b \\ 0 & \text{для } x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

В целях оценки паттернов инноваций и их значимости для конкретного промышленного предприятия в рамках разработки инновационной стратегии необходима оценка реализованных ранее инновационных проектов на предмет инновационности с последующим проведением регрессионно-корреляционного анализа зависимости основных показателей промышленного предприятия, характеризующих его экономический рост, от уровня инновационности реализуемого инновационного проекта. В качестве таких показателей авторами выделяются добавленная стоимость предприятия, производительность труда, доля рынка и капиталоемкость производства. Эти показатели в настоящей работе выделяются в качестве оцениваемых критериев. После проведения регрессионно-корреляционного анализа, отражающего данную зависимость, следует на основе полученных уравнений регрессии определить, какое значение каждого показателя можно ожидать при реализации инновационного проекта с наиболее высокой степенью принадлежности к каждому конкретному паттерну инноваций в соответствии с функцией принадлежности класса γ . Эти значения являются исходными данными для дальнейшего анализа. Важным условием их использования в качестве исходных данных является статистическая значимость параметров уравнений регрессии, на основе которых они получены, на уровне не ниже $p < 0,5$, принимаемом для экономических расчётов. Наиболее высокую степень принадлежности для паттернов 2, 3 и 4 авторы предлагают определять на основе бесконечно дифференцируемой гауссовой функции принадлежности с ограниченным носителем, выраженную следующей формулой (3):

$$\mu(x) = \begin{cases} \exp \frac{4(\lambda_2-x)(x-\lambda_1)-(\lambda_2-\lambda_1)^2}{4(\lambda_2-x)(x-\lambda_1)} & \text{для } \lambda_1 \leq x \leq \lambda_2, \\ 0 & \text{в других случаях} \end{cases} \quad (3)$$

где λ_1 и λ_2 , соответственно, нижняя и верхняя граница числового интервала.

Значение универсального множества (в данном случае, множества значений показателя инновационности), соответствующее наиболее высокой степени принадлежности к нечёткому множеству $\mu(x)$ “середина интервала”, в соответствии с этой функцией принадлежности, определяется по формуле (4):

$$x_1 = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}. \quad (4)$$

На основе формулы (4) были установлены значения множества значений показателя инновационности, соответствующие наиболее высокой степени принадлежности к паттернам инноваций 2, 3 и 4: паттерн

2–6, паттерн 3–4, паттерн 4–2. Однако в отношении паттерна 1 авторы полагают, что следует ориентироваться на функцию принадлежности класса γ “высокая инновационность”, поскольку инновации, основанные на разработке и применении принципиально новых технологий и формирующие новый рынок, соответствуют наиболее высоким значениям показателя инновационности и чем выше значение этого показателя, тем в большей мере оно отвечает таким инновациям. Из этого можно заключить, что наиболее высокой степени принадлежности к паттерну 1 соответствует значение множества значений показателя инновационности, равное 9, а множество значений показателя инновационности, соответствующих этому паттерну и находящихся, согласно функции принадлежности класса γ , в интервале 7–9, может рассматриваться в качестве α -сечения нечёткого множества “Высокая инновационность”, где $\alpha = 7$.

Авторами была предложена методика принятия решения по выбору паттерна инноваций, основанная на комбинации двух методов принятия решений, активно используемых в работах, индексируемых в базах Scopus и Web of Science: серого реляционного анализа (Grey relational analysis) и метода TODIM с определением весовых показателей оцениваемых критериев по методу IDOCRIW. Серый реляционный анализ был разработан J.L. Deng в 1982 г. Данный метод основан на теории серых систем (grey system theory). Теория серых систем была предложена J.L. Deng для ситуаций, в которых часть информации известна, а другая часть информации не известна [19]. Системы могут быть подразделены на 3 типа: белые, чёрные и серые. Информация в белых системах известна, в чёрных — неизвестна, а системы, где информация не полностью известна, называются серыми системами [26, 31]. Серый реляционный анализ используется в отношении проблем многокритериального принятия решений, поскольку решения, как правило, принимаются в условиях серого процесса, при отсутствии полной информации. Данный метод способствует решению таких проблем путём интегрирования различных значений критериев в единое значение [20, 31]. В основе метода лежит определение близости каждой отдельной альтернативы к идеальной альтернативе и принятие соответствующего решения [27]. В рамках серого реляционного анализа рассчитывается близость каждой альтернативы к идеальной по каждому из оцениваемых критериев, отражаемая серым реляционным коэффициентом (grey relational coefficient) и близость каждой альтернативы к идеальной альтернативе по совокупности критериев, отражаемая серым реляционным рангом (grey relational grade). При принятии решения в условиях неопределённости и риска, каковым является любое решение, касающееся инновационной деятельности, определение близости каждой альтернативы к идеальной, позволит выбрать альтернативу, близкую к наилучшей из имеющихся, по совокупности оцениваемых критериев. В контексте настоящей работы это создаст возможность для выбора паттерна инноваций с наибольшей выгодой и наименьшим риском.

Метод TODIM в настоящее время является одним из наиболее распространённых методов принятия решения в условиях неопределённости и риска. Этот метод сфокусирован на способе принятия решения в условиях риска. Основная идея TODIM состоит в попарном сравнении альтернатив по каждому оцениваемому критерию [17, 32] с последующим определением степени доминирования каждой альтернативы над другими на основе получения обобщённого значения (overall value) и ранжирования альтернатив [15, 25, 34] с учётом отношения к риску лица, принимающего решение [24, 38], которое в рамках этого метода задаётся через специальный коэффициент — коэффициент сглаживания потерь (attenuation factor of losses), обозначаемый как θ , отражающий значимость потерь при выборе альтернативы для лица, принимающего решение. Такое ранжирование альтернатив, с точки зрения авторов, позволит детально оценить предпочтение альтернатив, при этом, учитываемое отношение к риску, отражаемое коэффициентом θ , может быть не только субъективным мнением лица, принимающего решение, но и иметь объективную основу в зависимости от уровня риска, обусловленного конкретной ситуацией.

Среди применяемых в настоящее время методов определения весов критериев методом, определяющим веса с учётом потерь по каждому критерию при принятии решения, является метод IDOCRIW. Он был разработан в 2016 г. Э. Завадасом и В. Подвезко [37] и получил распространение в работах, опубликованных в различных странах [13–15, 21, 28, 30]. Имеются работы, посвящённые применению метода IDOCRIW в экономической науке и практике [28, 33]. Данный метод получил название от английской аббревиатуры IDOCRIW: integrated determination of objective criteria weights — интегрированное определение объективных весов критериев. В основе метода IDOCRIW лежит комбинация метода энтропии и метода CILOS.

Метод энтропии оценивает структуру данных (элементов матрицы решений), указывающую на их неоднородность. В соответствии с этим методом, вес каждого отдельного критерия при однородных данных, т.е. в условиях, когда его значения различаются несущественно, будет близок к 0 и иметь слабое влияние на результаты оценки [30]. Наиболее высокое значение веса соответствует критерию с наиболее высокой степенью неоднородности данных [21].

Метод CILOS получил название от английской аббревиатуры CILOS: Criterion impact loss — потери влияния критерия. Базируется на концепции равновесия, предложенной Б.Г. Миркиным [3], которая впоследствии была развита Э.К. Завадасом и В. Подвезко [37]. Данная концепция основана на оптимуме Парето. Метод CILOS оценивает потери по всем критериям до достижения оптимума одним из критериев [36]. Основная идея CILOS состоит в том, что если по критерию потери незначительны, то вес его будет высоким, и наоборот: при высоких потерях по критерию, его вес будет низким [37]. Веса критериев на основе оценки потерь по каждому критерию в рамках метода CILOS определяется следующим образом. Формируется квадратная матрица,

состоящая из нормализованных значений критериев для всех альтернатив, по главной диагонали которой размещаются наиболее высокие нормализованные значения каждого критерия. Затем из этих значений вычитаются другие значения каждого критерия с последующим делением на эти значения и формируется матрица относительных потерь влияния критериев (relative impact loss matrix), на основе которой, в свою очередь, создаётся весовая системная матрица. В этой матрице по главной диагонали располагаются отрицательные значения сумм потерь по каждому критерию, остальные значения идентичны значениям матрицы относительных потерь влияния критериев. В соответствии с методом CILOS веса критериев обозначается как $q_j, j = 1, \dots, n$ и устанавливается посредством решения системы уравнений $Fq^T = 0$, в которой сумма произведений элементов каждой строки весовой системной матрицы F и значений q_j для каждого критерия равна 0. Данная система уравнений решается при помощи оптимизации целевой функции $\sum_{j=1}^n q_j = 1$ в условиях ограничений $Fq^T = 0$. Вместе с тем, в работах последних лет [13, 14] представлен также иной метод определения весов критериев в рамках метода CILOS, который состоит в обращении весовой системной матрицы F и умножении обратной матрицы на ненулевой вектор, первый элемент которого имеет значение, близкое к 0, а остальные элементы равны 0, с последующим получением весового вектора. Значение первого элемента ненулевого вектора подбирается таким образом, чтобы сумма q_j была максимально близка к 1. При получении отрицательных числовых значений в весовом векторе за значения весов соответствующих критериев принимается модуль этих чисел. Авторами были проведены на 8 примерах вычисления по установлению весов критериев в соответствии с методом CILOS путём оптимизации целевой функции $\sum q_j=1$ в условиях ограничений $Fq^T = 0$ при помощи линейного программирования (метод симплекс), нелинейного программирования (метод обобщенного приведенного градиента), эволюционного поиска решения, а также посредством обращения весовой системной матрицы и умножения обратной матрицы на ненулевой вектор (расчёты были выполнены в MS Excel).

Результаты исследования и их обсуждение

Проведённые авторами вычисления по нахождению весов критериев по методу CILOS (q_j) в рамках применения метода IDOCRIW (см. таблицу) позволяют сделать следующий вывод: наиболее точным методом установления значений q_j на основе весовой системной матрицы F и системы уравнений $Fq^T = 0$ является метод симплекс. При применении этого метода во всех случаях, когда с его помощью удаётся найти допустимое решение, в наиболее полной мере соблюдаются ограничения $Fq^T = 0$ при соблюдении условия, выраженного целевой функцией $\sum q_j = 1$. Из этого авторы полагают, можно заключить, что метод симплекс позволяет подбирать значения веса для каждого критерия по методу CILOS (q_j), в наибольшей мере нивелирующие потери по крите-

риям при строгом соблюдении правила, действующего во всех методах определения весов критериев, согласно которому сумма весов критериев должна быть равна 1. Такое нивелирование потерь по критериям имеет особое значение при принятии решений в условиях неопределённости и риска, примерами которых являются все решения, принимаемые в процессе осуществления инновационной деятельности предприятия, включая решение по выбору паттерна инноваций при формировании инновационной стратегии. В то же время, как показывает таблица, встречаются случаи, при которых метод симплекс обнуляет значения q_j . В данных случаях значения q_j при соблюдении условия $\sum q_j = 1$ и максимальном выполнении ограничений $Fq^T = 0$ удаётся найти посредством метода обобщённого приведённого градиента. Однако в представленных примерах программа MS Excel в этих случаях также сообщает, что в ходе поиска не удалось найти допустимого решения. Обращение весовой системной матрицы F с последующим умножением обратной матрицы на ненулевой вектор даёт менее точные результаты, по сравнению как с методом симплекс, так и с методом обобщённого приведённого градиента ввиду того, что в соответствии с условиями нахождения весов критериев по методу CILOS все уравнения системы $Fq^T = 0$ должны быть равны 0 и, таким образом, вся правая часть системы уравнений Fq^T , на которую умножается обратная матрица при решении системы линейных уравнений матричным методом, должна быть равна 0, в то время как обратную матрицу приходится умножать на ненулевой вектор, первый элемент которого отличен от 0, поскольку в противном случае система уравнений Fq^T не может быть решена матричным методом. При этом, как видно из таблицы, никогда не удаётся достичь строгого равенства значения суммы q_j единице, а первый элемент ненулевого вектора, обеспечивающий максимальную близость суммы q_j к единице, может иметь значение, отдалённое от 0, например, 0,29. Кроме того, обращение весовой системной матрицы F возможно лишь в том случае, если её определитель не равен 0. Однако проведённое исследование показало, что в ряде случаев, когда при оптимизации целевой функции $\sum q_j = 1$ в условиях ограничений $Fq^T = 0$ ни один из методов не даёт допустимого решения. Значения q_j находятся посредством обращения весовой системной матрицы F с последующим умножением обратной матрицы на ненулевой вектор и наоборот, встречаются случаи, когда определитель весовой системной матрицы F равен 0, а значения q_j находятся при помощи оптимизации целевой функции $\sum q_j = 1$ в условиях ограничений $Fq^T = 0$. При этом наиболее точные значения даёт метод симплекс. В отношении обращения весовой системной матрицы F с последующим умножением обратной матрицы на ненулевой вектор авторами выявлена следующая закономерность: при равных по размеру весовых системных матрицах в случае весовой системной матрицы с более близким к 0 определителем максимальная близость суммы q_j к 1 обеспечивается более близким к 0 первым элементом ненулевого вектора. Это видно из таблицы.

**Сопоставление определителя весовой системной матрицы
с первым элементом ненулевого вектора**

Пример	Размер весовой системной матрицы F	Определитель весовой системной матрицы F	Первый элемент ненулевого вектора, обеспечивающий максимальную близость суммы q_j к 1
1	4×4	0,00070861	0,0019
2	4×4	0,0039	0,032
3	4×4	-2,29451E-18	1,04E-17
4	4×4	-6,1906E-17	2,78E-17
5	4×4	-2,37682E-08	0,0000015
6	5×5	-1,34623E-06	4,76E-07
7	8×8	31 080,1678	0,29
8	8×8	-1,10767	0,00024

На основе результатов, представленных в таблице, логично предположить, что при значении определителя весовой системной матрицы, находящемся в интервале $0 < \det F < 1$, первый элемент ненулевого вектора, обеспечивающий максимальную близость суммы q_j к 1, будет существенно ближе к 0 по сравнению с первым элементом ненулевого вектора при значении определителя весовой системной матрицы $\det F > 1$. При этом, чем ближе к 0 первый элемент ненулевого вектора, тем точнее результаты определения значений весов критериев по методу CILOS (q_j), поскольку условия нахождения весов критериев в соответствии с этим методом предполагают равенство нулю уравнений системы Fq^T .

Исходя из представленных результатов, авторы предлагают следующие рекомендации по нахождению весов критериев при помощи метода CILOS в рамках применения метода IDOCRIW: первоначально следует использовать метод симплекс. Если путём метода симплекс удалось найти допустимое решение, то значения q_j , полученные в процессе применения этого метода, следует рассматривать как установленные значения весов критериев по методу CILOS. Если при помощи метода симплекс не удалось найти допустимого решения, следует использовать метод обобщённого приведённого градиента. Если в этом случае удалось найти допустимое решение посредством метода обобщённого приведённого градиента, то значения q_j , полученные в рамках данного метода, нужно принимать как установленные значения весов критериев по методу CILOS. Если метод обобщённого приведённого градиента, так же как метод симплекс, не дал допустимого решения, то дальнейшие действия следует определять в зависимости от соблюдения условия, выраженного целевой функцией $\sum q_j = 1$, и от значения определителя весовой системной матрицы F . Если условие, выраженное целевой функцией $\sum q_j = 1$, в рамках метода обобщённого приведённого градиента не выполняется, при этом определитель весовой системной матрицы F не равен 0, то нужно обратить весовую системную матрицу, умножить обратную матрицу на ненулевой вектор и полученные значения q_j при-

нять как установленные значения весов критериев по методу CILOS. Те же действия следует произвести в случае, если условие, выраженное целевой функцией $\sum q_j = 1$, выполняется. При этом значение определителя весовой системной матрицы F находится в интервале $0 < \det F < 1$.

Метод IDOCRiW интегрирует два метода: метод энтропии и метод CILOS с получением обобщённого весового коэффициента (single overall weight) [27, 36, 37]. В рамках данной интеграции метод CILOS компенсирует недостаток метода энтропии, поскольку при незначительном отличии значений критерия элементы матрицы относительных потерь влияния критериев в отношении этого критерия близки к 0, в то время как вес данного критерия возрастает и оказывает существенное влияние на оценку [21]. С точки зрения авторов, при принятии любого решения в условиях неопределённости и риска, включая решение по выбору паттерна инноваций при формировании инновационной стратегии предприятия, определение веса каждого оцениваемого критерия на основе оценки как различия между критериями и доминирования того или иного критерия, так и потерь по каждому критерию играет важную роль, поскольку позволяет детализировать установление весов критериев и снизить возможные потери при принятии решения за счёт изначального их учёта и таким образом оптимизировать риски. Такое определение веса критерия будет способствовать сбалансированному принятию решения и внесёт существенный вклад в установление баланса между выгодой от принятия решения (в данном случае — от выбора паттерна инноваций) и связанными с ним потерями, что повысит адекватность принятия решения и выбора, сделанного в его рамках.

Заключение

Предложенный в настоящей статье подход позволит в рамках разработки инновационной стратегии промышленного предприятия выбрать паттерн инноваций, с учётом как близости каждого паттерна к идеальной альтернативе, так и преимуществ каждого паттерна, выявляемых при их попарном сравнении с учётом потерь, связанных с выбором каждого паттерна инноваций, что позволит провести детальную оценку всех паттернов инноваций и выбрать паттерн с наименьшим риском. Выбор паттерна инноваций с наименьшим риском играет особую роль при разработке инновационной стратегии промышленного предприятия, поскольку сущность паттернов инноваций охватывает значительное число аспектов инновационной стратегии. Из этого можно заключить, что применение предложенной методики выбора паттерна инноваций позволит промышленному предприятию разработать инновационную стратегию с наименьшим риском и наибольшей выгодой в текущих условиях.

Методика может использоваться в любой отрасли промышленности, однако её применение наиболее актуально в новейших высокотехнологичных отраслях, которые характеризуются активным созданием и внедрением инноваций, таких как электронная промышленность, биоиндустрия, нанотехнологии и другие, где ввиду интенсивного развития

при разработке инновационной стратегии проблематичен акцент на паттерн 4, характеризующийся последовательным и постепенным инновационным развитием и наименьшим риском, и наиболее свойственен упор на высокорисковые паттерны. Предложенная методика выбора паттерна инноваций при разработке инновационной стратегии промышленного предприятия является гибкой и способной к дальнейшему совершенствованию. В качестве одного из направлений совершенствования этой методики авторы рассматривают определение веса критерия, проводимое на основе комбинации метода IDOCRIW и метода CRITIC. Метод CRITIC основан на определении взаимосвязи каждого критерия с другими критериями, устанавливаемой при помощи применения аппарата математической статистики: коэффициента корреляции между каждой парой критериев и стандартного отклонения значений критерия, в отношении которого рассчитывается вес. Данная комбинация позволит устанавливать веса критериев с учётом как доминирования каждого критерия и потерь по каждому критерию, определяемых в рамках метода IDOCRIW, так и связи каждого критерия с другими критериями, идентифицируемой в процессе применения метода CRITIC, что является актуальным при оценке паттернов инноваций по представленным в настоящей статье критериям, поскольку среди этих критериев имеются взаимосвязанные критерии, например производительность труда прямо пропорциональна добавленной стоимости, ввиду того, что этот показатель в соответствии с Методикой расчёта показателей производительности труда предприятия, отрасли, субъекта Российской Федерации исчисляется как отношение добавленной стоимости к численности персонала. Таким образом, можно заключить, что предложенная методика обладает возможностями применения как на промышленных предприятиях, так и в экономической науке при разработке новых методик принятия решений, касающихся инновационной деятельности промышленных предприятий.

Список источников

1. Горемыкина Г.И., Дмитриевская Н.А., Мастяева И.Н. Экономико-математическое моделирование систем управления на основе нечёткой технологии. — М.: МЭСИ, 2014. — 139 с.
2. Исаева И.В. Инновационная стратегия развития промышленных предприятий // Вопросы экономических наук. 2009. № 6 (39). С. 40.
3. Миркин Г.Б. Проблема группового выбора. — М.: Наука, 1974. — 256 с.
4. Мутанов Г.М., Есенгалиева Ж.С. Метод оценки инновационности и конкурентоспособности инновационных проектов // Фундаментальные исследования: экономические науки. 2012. № 3-3. С. 712–717.
5. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: указ Президента от 01.12.2016 № 642 // Гарант: справочно-правовая система (дата обращения: 30.05.2022).
6. Об утверждении Методики расчёта показателей производительности труда предприятия, отрасли, субъекта Российской Федерации и Методики расчёта отдельных показателей национального проекта “Производительность труда и поддержка занятости” (с изменениями и дополнениями): приказ Мини-

- стерства экономического развития РФ от 28 декабря 2018 г. № 748 // Гарант: справочно-правовая система (дата обращения: 30.05.2022).
7. Пегат А. Нечёткое моделирование и управление. — М.: БИНОМ; Лаборатория знаний, 2009. — 798 с.
 8. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы. — М.: Горячая линия – Телеком, 2006. — 452 с.
 9. Халимова С.Р. Оценка взаимосвязи инновационного развития крупных компаний и эффективности их деятельности // Регион: экономика и социология. 2017. № 2 (94). С. 210–228.
 10. Чаплыгин В.Г., Мороз В.Н. Математическое определение эффективности трансфера технологий // Экономика и математические методы. 2020. Т. 56. № 3. С. 136–144.
 11. Шумпетер Й. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия. — М.: Эксмо, 2008. — 864 с.
 12. Agarwal A., Cockburn I. The anchor tenant hypothesis: exploring the role of large, local, R&D-intensive firms in regional innovation systems // International Journal of Industrial Organization. 2003. № 23. P. 1227–1253.
 13. Alao M.A., Popoola O.M., Ayodele T.R. Selection of waste-to-energy technology for distributed generation using IDOCRIW-Weighted TOPSIS method: A case study of the City of Johannesburg, South Africa // Renewable Energy. 2021. Vol. 178. P. 162–183. — DOI: 10.1016/j.renene.2021.06.031.
 14. Ali T. et al. Prioritizing the existing power generation technologies in Bangladesh's clean energy scheme using a hybrid multi-criteria decision making model // Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 267. P. 1–14. — DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121901.
 15. Alinezhad A., Khalili J. New Methods and Applications in Multiple Attribute Decision Making (MADM) // International Series in Operations Research & Management Science. 2019. Vol. 277. 233 p. — DOI: 10.1007/978-3-030-15009-9.
 16. Atsuda U. et al. Management of technology: MOT. — Tokyo, SANNO University Publications Department, 2008. — 317 p.
 17. Chakraborty S., Chakraborty A. Application of TODIM (TOMada de Decisao Interativa Multicriterio) method for under-construction housing project selection in Kolkata // Journal of Project Management. 2018. No. 3. P. 207–216. — DOI: 10.5267/j.jpm.2018.3.002.
 18. Čereška A., Podvieszko A., Zavadskas E.K. Assessment of different metal screw joint parameters by using multiple criteria analysis methods // Metals. 2018. Vol. 8. No. 5. P. 1–16. — DOI: 10.3390/met8050318.
 19. Deng J. L. Control problems of grey system // Systems and Control Letters. 1982. Vol. 1. No. 5. P. 288–294. — DOI.org/10.1016/S0167-6911(82)80025-X.
 20. Deng J.L. Introduction to Grey System Theory // The Journal of Grey System. 1989. Vol. 1. No. 1. P. 1–24.
 21. Eslami V. et al. Multi-criteria Decision-making Approach for Environmental Impact Assessment to Reduce the Adverse Effects of Dams // Water Resources Management. 2021. — DOI: 10.1007/s11269-021-02932-1 (дата обращения: 28.03.2022).
 22. Feldman M. The Locational Dynamics of the U.S. Biotech Industry: Knowledge Externalities and the Anchor Hypothesis. Research and technological innovation: the Challenge for a new Europe (ed. Curzio A.Q., Fortis M.). — Heidelberg: Physica-Verlag Heidelberg, 2005. — P. 201–224.

23. Fernández-Serrano, J., Martínez-Román, J.A., Romero, I. The entrepreneur in the regional innovation system. A comparative study for high- and low-income regions // *Entrepreneurship and Regional Development*. 2019. Vol. 31. No. 5–6. P. 337–356. — DOI: 10.1080/08985626.2018.1513079.
24. Hu J., Yang Y., Chen X. A Novel TODIM Method-Based Three-Way Decision Model for Medical Treatment Selection // *International Journal of Fuzzy Systems*. 2018. Vol. 20. No. 4. P. 1240–1255. — DOI: 10.1007/s40815-017-0320-3.
25. Li M.-Y., Cao P.-P. Extended TODIM method for multi-attribute risk decision making problems in emergency response // *Computers & Industrial Engineering*. 2019. Vol. 135. P. 1286–1293. — DOI: 10.1016/j.cie.2018.06.027.
26. Lin S.J. et al. Grey relation performance correlations among economics, energy use and carbon dioxide emission in Taiwan // *Energy Policy*. 2007. Vol. 35. No. 3. P. 1948–1955. — DOI: 10.1016/j.enpol.2006.06.012.
27. Luo Y. et al. Tourism Attraction Selection with Sentiment Analysis of Online Reviews Based on Probabilistic Linguistic Term Sets and the IDOCRIW-CO-COSO Model // *International Journal of Fuzzy Systems*. 2021. Vol. 23. No. 1. P. 295–308. — DOI: 10.1007/s40815-020-00969-9.
28. Luo Y., Li Y. Comprehensive Decision-Making of Transmission Network Planning Based on Entropy Weight and Grey Relational Analysis // *Power System Technology*. 2013. Vol. 37. No. 1. P. 77–81.
29. Minaeva E. et al. Formation of the strategy of management of innovation and investment activity of the enterprise // *MATEC Web of Conferences*. 2018. Vol. 193. P. 1–7. — DOI: 10.1051/mateconf/201819305082.
30. Podvezko V., Kildienė S., Zavadskas E.K. Assessing the performance of the construction sectors in the Baltic states and Poland // *Panoeconomicus*. 2017. Vol. 64. No. 4. P. 493–512. — DOI: 10.2298/PAN150518004P.
31. Sarraf F., Neyad S.H. Improving performance evaluation based on balanced scorecard with grey relational analysis and data envelopment analysis approaches: Case study in water and wastewater companies // *Evaluation and Program Planning*. 2020. Vol. 79. P. 1–11. — DOI: 10.1016/j.evalprogplan.2019.101762.
32. Sharaf I.M., Khalil E.A.-H.A. A spherical fuzzy TODIM approach for green occupational health and safety equipment supplier selection // *International Journal of Management Science and Engineering Management*. 2020. Vol. 16 (4). P. 1–13. — DOI: 10.1080/17509653.2020.1788467.
33. Trinkūnienė E. et al. Evaluation of quality assurance in contractor contracts by multi-attribute decision-making methods // *Economic Research — Ekonomska Istraživanja*. 2017. Vol. 30. No. 1. P. 1152–1180. — DOI: 10.1080/1331677X.2017.1325616.
34. Wu W., Xu Z. Hybrid TODIM Method with Crisp Number and Probability Linguistic Term Set for Urban Epidemic Situation Evaluation // *Complexity*. 2020. Vol. 2020 (4). P. 1–11. — DOI: 10.1155/2020/4857392.
35. Wu Z.-D., Wang M.-J., Song Y. Research on Selection from Pattern of Large-scale Coal Enterprises` Technological Innovation and Advice // *Coal Technology*. 2009. Vol. 28. No. 2. P. 1–3.
36. Zavadskas E.K. et al. MCDM assessment of a healthy and safe built environment according to sustainable development principles: A practical neighborhood approach in Vilnius // *Sustainability*. 2017. Vol. 9. No. 5. P. 1–30. — DOI: 10.3390/su9050702.
37. Zavadskas E.K., Podvezko V. Integrated determination of objective criteria weights in MCDM // *International Journal of Information Technology and Deci-*

sion Making. 2016. Vol. 15. No. 2. P. 267–283. — DOI: 10.1142/S0219622016500036.

38. Zhang W., Du J., Tian X. Finding a promising venture capital project with TODIM under probabilistic hesitant fuzzy circumstance // Technological and Economic Development of Economy. 2018. Vol. 26. No. 5. P. 2026–2044. — DOI: 10.3846/tede.2018.5494.

Сведения об авторах / About authors

Чаплыгин Владимир Германович, доктор экономических наук, профессор, Высшая банковская школа. 80-266, Польша, Гданьск, Аллея Грюнвальдзка, 238А. E-mail: *vchaplygin@wsb.gda.pl*.

Vladimir G. Chaplygin, Doctor of Economic Sciences, Professor of WSB University in Gdansk. Bld. 238A, Aleja Grunwaldzka, Gdansk, Poland, 80-266 E-mail: *morozvadim@rambler.ru*.

Мороз Вадим Николаевич, кандидат экономических наук, доцент Калининградского института переподготовки кадров агробизнеса. Россия, 236038, г. Калининград, ул. Молодой Гвардии, 2 E-mail: *morozvadim@rambler.ru*.

Vadim N. Moroz, PhD in Economic Sciences, Associate Professor, Kaliningrad Institute of Retraining of Agribusiness Personnel. Bld. 2, Molodaya Gvardii str., Kaliningrad, Russia, 236038. E-mail: *morozvadim@rambler.ru*.

Бизнес-модель применения биоугля сельхозпроизводителями с учётом концепции LCA (Life Cycle Assessment) и углеродного следа*

Елена Тюрина¹, Максим Свиридов¹,
Ольга Нестерова¹, Николай Сакара²

¹ Дальневосточный федеральный университет,
г. Владивосток, Россия

² Приморская ООС, филиал Федерального научного центра овощеводства,
с. Суражковка, Приморский край, Россия

Информация о статье

Поступила в редакцию:
05.02.2023

Принята
к опубликованию:
06.03.2023

УДК 332.1, 332.3, 338.435,
338.512

JEL M21, Q15, Q16, Q57

Ключевые слова:

биоуголь, низкоуглеродная технология, концепция LCA, парниковые газы, депонирование углерода, бизнес-модель.

Keywords:

biochar, low-carbon technology, LCA methodology, greenhouse gases, carbon sequestration, business model.

Аннотация

Описан естественный эксперимент применения биоугля с точки зрения экономических эффектов. Представлена технологическая цепочка выращивания сельхозпродукции. На основе концепции LCA и международных норм установлены процессы, ведущие к выбросам и поглощениям парниковых газов при производстве, транспортировке, подготовке, применении биоугля, а также производстве овощной продукции. Установленные в ходе эксперимента эффекты поглощения парниковых газов и депонирования углерода в почве позволили обозначить применение биоугля как низкоуглеродной технологии и обосновать её использование в виде бизнес-модели.

Business Model of Biochar Application by Agricultural Producers: Life Cycle Assessment (LCA) and Carbon Footprint

Elena A. Tyurina, Maxim K. Sviridov,
Olga V. Nesterova, Nikolay A. Sakara

Abstract

A natural experiment of biochar application in terms of economic effects is described. The technological chain of growing agricultural products is presented. The processes causing greenhouse gas emissions

* Исследования были проведены при поддержке гранта РФФИ №19-29-05166\19.

and absorption while producing, transporting, preparing, and applying biochar and in vegetable production have been determined using life cycle assessment methodology and international standards. The effects of greenhouse gas absorption and carbon sequestration in soils identified experimentally made it possible to specify biochar application as a low-carbon technology and justify its use as a business model.

Введение

Сельскохозяйственное производство относится к одному из основных источников антропогенных выбросов парниковых газов (ПГ) наряду со сжиганием органического топлива для выработки энергии и транспорта. Одновременно экосистемы, используемые в сельском хозяйстве, обладают потенциалом поглощения углерода при условии применения современных ресурсосберегающих технологий. Очевидно, что изменения в деятельности сельскохозяйственных предприятий, связанные с внедрением новых технологий землепользования, выращивания продукции, утилизации отходов, а также управления процессами, могут способствовать переходу на низкоуглеродное развитие предприятий и сокращению выбросов ПГ.

Одной из технологий, которая может быть использована в сельском хозяйстве и привести к сокращению выбросов ПГ, считается пиролиз – “процесс переработки твёрдых отходов под действием высоких температур без доступа кислорода”, ...в итоге которого получается уголь – твёрдый остаток, содержащий углерод”¹. Преимущества технологии пиролиза заключаются в том, что: (1) технология достаточно отработана и понятна; (2) при её использовании в окружающую среду не поступают продукты горения, нет загрязнений; (3) сырьём служат твёрдые отходы, в том числе те, которые сложно поддаются утилизации; (4) продукт, получаемый в результате пиролиза, не содержит агрессивных компонентов, и “устранить” вредные вещества возможно путём повышения температуры горения.

В последнее десятилетие в сельском хозяйстве (Индия, КНР, США и др.), в первую очередь, в растениеводстве, получило распространение применение биоугля как улучшителя почвы. Биоуголь (биочар) — это высокоуглеродистый и высокопористый продукт, который получают при пиролизе биомассы², это “богатое углеродом твёрдое вещество, полученное из биомассы различного происхождения (древесные опилки, органические отходы, навоз) с помощью пиролиза (неполного сжигания сырья) при температурах от 200 до 800 °С в условиях ограниченного присутствия кислорода” (Kookana, 2010)³. Значение имеет температура

¹ <https://delta-eco.ru/ekotehnologii/pererabotka-tverdyyh-bytovykh-othodov-pri-pomoshhi-piroliza.html>.

² Бовсун М.А., Нестерова О.В., Семаль В.А. [и др.]. Влияние различных доз биоугля в дренажной и бездренажной системе на эмиссию CO₂ и CH₄ из почв // Биоуголь: свойства, применение в сельском хозяйстве, влияние на почвы, растения и окружающую среду: материалы Международ. науч. семинара ФГБНУ АФИ (г. Санкт-Петербург, 8 декабря 2020 г.). – СПб.: ФГБНУ АФИ, 2020. — С. 13–15.

³ Kookana R.S. The role of biochar in modifying the environmental fate, bioavailability, and efficacy of pesticides in soils: A review // Aust. J. Soil Res. 2010. Vol. 48/ P. 627–637. — DOI 10.1071/SR10007 (цит. по: Железова А.Д., Седерлунд Х. Влияние биоугля на адсорбцию гербицидов в почве // Биоуголь: свойства, применение в сельском хозяйстве, влияние на почвы, растения и окружающую среду: материалы Международ. науч. семинара ФГБНУ АФИ (г. Санкт-Петербург, 8 декабря 2020 г.). – СПб.: ФГБНУ АФИ, 2020. — С. 31-34.

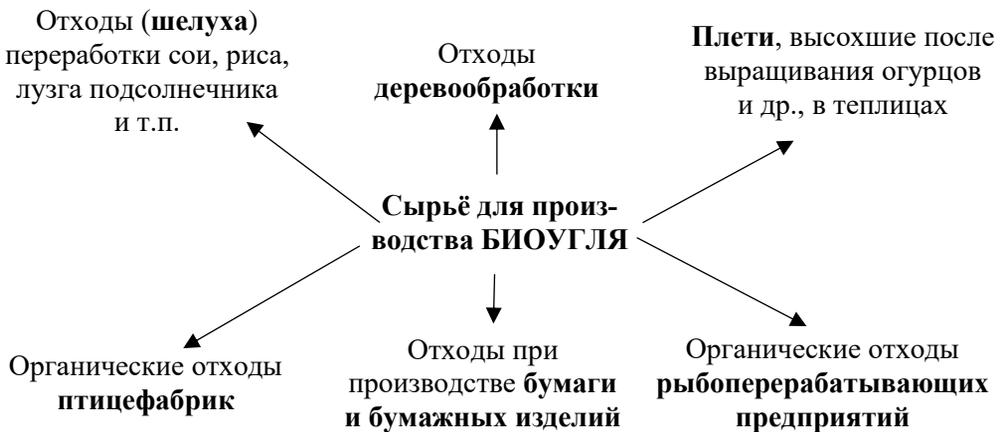
пиролиза, авторы полевых экспериментов по применению биоугля (рис. 1) отмечают данный параметр, так как некоторые виды сырья, например осадок сточных вод, содержат загрязнения, и повышение температуры позволяет снизить содержание вредных веществ (Кулагина и др., 2018)¹, (Рязанов и др., 2020)². Авторы отмечают, что необходимо учитывать фитотоксичность биоугля.



Источник: составлено авторами по [7].

Рис. 1. Основные факторы, определяющие свойства биоугля

Сырьём для производства биоугля могут служить различные отходы. Наиболее ценными считаются отходы деревообработки дуба, ясеня, граба и берёзы (рис. 2).



Источник: составлено авторами.

Рис. 2. Источники сырья для производства биоугля

Применение биоугля в сельском хозяйстве (растениеводстве) России как низкоуглеродной технологии

В нашем исследовании биоуголь рассматривается как органический улучшитель почвы, который при определённых условиях можно считать низкоуглеродным продуктом, а его использование в растениеводстве по соответствующим правилам — низкоуглеродной технологией.

¹ Кулагина В.И., Грачев А.Н., Рязанов С.С. [и др.]. Оценка фитотоксичности как первый этап эколого-биологической оценки влияния продукта пиролиза илов сточных вод на почву // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 1. С. 164–168.

² Рязанов С.С., Грачев А.Н., Кулагина В.И. [и др.]. Содержание тяжёлых металлов в растениях при внесении различных видов биоуглей в серую лесную почву // Российский журнал прикладной экологии. 2020. № 3 (23). С. 29–34.

Функции биоугля при применении в сельском хозяйстве разнообразны: от сорбента до улучшителя, повышающего урожайность (табл. 1). Проведённый в 2020 г. Международный научный семинар “Биоуголь: свойства, применение в сельском хозяйстве, влияние на почвы, растения и окружающую среду”, собрал учёных из различных регионов России и зарубежных стран, где они продемонстрировали результаты экспериментов по применению биоугля в различных типах почв.

Эксперимент применения биоугля в сельском хозяйстве Приморского края

Несмотря на распространение производства и применения биоугля в сельском хозяйстве ряда стран, данная технология ещё не нашла применения в России. Чтобы изучить особенности и перспективы применения биоугля в российских условиях, международная команда исследователей Far Eastern Climate Smart Lab провела масштабное исследование, основной целью которого на первоначальном этапе было изучение последствий внесения биоугля в почвы (агротёмногумусовые подбелы, подзолисто-бурозёмные почвы на дренажном и бездренажном участках). Лаборатория Far Eastern Climate Smart Lab разработала дизайн полевого эксперимента и реализовала его в четырёхлетнем периоде на экспериментальном поле Приморской овощной опытной станции филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения “Федеральный научный центр овощеводства” (с. Суражовка, Приморский край) (рис. 3).

УЧАСТКИ БЕЗ ДРЕНАЖА		УЧАСТКИ С ДРЕНАЖЁМ	
Участок 1: Контроль 1	Контрольные участки по отношению к биоуглю	Участок 10: Контроль 1	Участок 11: Контроль 2 (минеральные удобрения)
Участок 2: Контроль 2 (минеральные удобрения)		Участок 12: Контроль 3 (органические удобрения)	
Участок 3: Контроль 3 (органические удобрения)			
Участок 4: 1 кг (10 т/га)	Биоуголь	Участок 13: 1 кг (10 т/га)	Участок 14: 3 кг (30 т/га)
Участок 5: 3 кг (30 т/га)			
Участок 6: 1 кг (10 т/га)	Биоуголь + минеральные удобрения	Участок 15: 1 кг (10 т/га)	Участок 16: 3 кг (30 т/га)
Участок 7: 3 кг (30 т/га)			
Участок 8: 1 кг (10 т/га)	Биоуголь + органические удобрения	Участок 17: 1 кг (10 т/га)	Участок 18: 3 кг (30 т/га)
Участок 9: 3 кг (30 т/га)			

Источник: составлено авторами.

Рис. 3. Дизайн эксперимента (участки)

Таблица 1

Функции биоугля в сельском хозяйстве

Эффект от применения биоугля	Тип почвы	Вид биоугля, норма внесения	Функция биоугля	Источник
Инактивация меди (Cu)	Чернозём обыкновенный при сочетании загрязнения мексиканским бенз(а)пиреном	2,5% от массы почвы	Сорбент	1
Повышение содержания азота и углерода в почве, снижение поступления азота в растения, в том числе на поле без дренажной системы с внесением 3 кг биоугля приводит к минимальной миграции соединений азота в корневую систему и кочан капусты	Агропочвы (агротёмногумусовые подбелы) Приморской овощной опытной станции (п. Суражеска)	Биоуголь, произведённый из древесных остатков берёзы Betula alba, 1 и 3 кг на м ²	Сохранение уровня гумусированности почв, увеличение урожайности сельхозкультур и сокращение эмиссии ПП (N ₂ O и др.)	2
Улучшение водно-воздушного режима почвы и микробиологической активности Уменьшение эмиссии из почвы CO ₂	Тяжёлые по гранулометрическому составу почвы, например на Дальнем Востоке России агрозём тектурно-дифференцированный (тёмногумусовый подбел) (Anthric Luvisol)	Биоуголь, произведённый из древесных остатков берёзы Betula alba, 1 кг м ⁻² и 3 кг м ⁻²	Альтернатива / дополнение дренажной системы, увеличение секвестрационной способности почв, повышение продуктивности почв, повышение устойчивости агроэкосистем, минимизация операций по обработке почвы	3
Увеличение содержания минеральных форм азота в почве	Дерново-подзолистые супесчаные почвы разной окультуренности	Древесный уголь из берёзы сорта "Премимум" (1 класса), фракция с размером частиц угля 0,5–5 см, 20 т га ⁻¹ (или 8 кг на 4 м ²)	Улучшение физических условий почвенной среды; увеличение интенсивности нитрификации и снижение интенсивности денитрификации	4, 19

Эффект от применения биоугля	Тип почвы	Вид биоугля, норма внесения	Функция биоугля	Источник
Увеличение рН, подвижного калия и фосфора, нитратного азота	Песчаные дерново-подзолистые почвы	Древесный биоуголь фракций 3–5 и ≤ 2 мм в 5% дозировке (от массы почвы)	Улучшение почвенного плодородия, усиление линейного роста, повышение продуктивности надземной биомассы ячменя и содержание протеина в зелёной биомассе	5
Рост водного и солевого рН, увеличение содержания подвижных фосфора и калия, органического углерода; содержание общего азота практически не меняется	Дерново-подзолистые супесчаные почвы	Древесный уголь фракции ≤ 1 см в количестве 15 т га ⁻¹	Влияние на основные агрохимические параметры и их динамику	6
Уменьшение адсорбции при продолжительной экспозиции биоугля в почве	Почвы полей Лэнна и Уллеракер, Швеция	Биоуголь Skogens kol из древесной биомассы Betula sp. (80%) и Picea abies (20%). Биоуголь смешивали с почвой из расчёта 1, 10, 20 и 30% биоугля на единицу сухой массы почвы	Адсорбция гербицидов в почве	8

Источник: составлено авторами.

Основными культурами для эксперимента стали капуста, картофель. Основные результаты полевого эксперимента [13, 17–19]:

– применение биоугля приводит к улучшению условий аэрации почвы путём повышения макропористости почвы и уменьшения уплотнения и удельной плотности почвы, улучшает показатели по гранулометрическому составу в сторону облегчения и положительно влияет на противозерозионную стойкость почв тяжёлого гранулометрического состава;

– применение биоугля приводит к улучшению усвоения питательных элементов, уменьшает потери органического углерода после изъятия урожая и сдвигает реакцию среды в сторону нейтральной на бездренажных участках при различных дозах биоугля;

– применение биоугля сокращает выбросы закиси азота и углекислого газа, при этом наибольший эффект наблюдается на бездренажных участках;

– применение биоугля на бездренажных участках увеличило урожай капусты в 2-3 раза.

Экономическая характеристика применения биоугля в сельском хозяйстве

Дополнительно была поставлена задача рассчитать себестоимость внесения биоугля под выращивание овощных культур в Приморском крае. По итогам её решения установлено: (а) применение биоугля привело к дополнительным технологическим операциям (погрузка, транспортировка в разбрасыватель, внесение), операция боронования в 2 следа уже предусмотрена для внесения удобрений. Для биоугля она обязательна в связи с необходимостью смешивания с почвой и избегания смыва водой, сноса ветром, при этом общее количество операций может быть сокращено в перспективе; (б) в себестоимости нужно учитывать затраты на ГСМ, амортизацию и ремонт техники, затраты труда, закупочную стоимость биоугля с учётом доставки (затраты на НИОКР не включались в расчёт себестоимости), а также затраты на взятие проб и проведение исследований в лаборатории согласно чек-листу (перечень тестов, проведение которых сельхозпроизводитель должен выполнять на постоянной основе при использовании биочара для корректировки норм внесения в последующие периоды). Затраты на 1 га составили около 40 тыс. руб. в первый год использования. Эта сумма может снижаться в последующие годы, а также может быть увеличена с учётом изначального состояния почв и выращиваемой культуры (за счёт изменения норм внесения биоугля).

При внесении биоугля на участках с дренажём и без дренажа расчёты показывают возможность получения дополнительной прибыли за счёт прироста урожайности (на примере картофеля и капусты) по сравнению с участком, где биоуголь не вносился. Для расчёта себестоимости использовалась цена древесного (берёза) биоугля, предлагаемого ООО «ИВЧАР», Кировская область (2021), в размере от 19 руб. за 1 кг берёзового угля в зависимости от объёма закупок.

Учитывая, что сырьём для производства биоугля могут служить различные отходы (см. рис. 2), а так же неопределённость с оптимальными местами их сбора, концентрации, складирования, что может увеличить затраты на транспортировку, хранение биоугля, объём возникающих при этом выбросов парниковых газов (ПГ), возникла задача разработать концепцию финансовой модели применения биоугля сельхозпроизводителями с учётом концепции LCA (Life Cycle Assessment), предусматривающей оценку углеродного следа на всех этапах жизненного цикла технологии.

В целях экономической оценки применения биоугля сельхозпроизводителями необходимо установить и рассмотреть процессы, ведущие к выбросам и поглощениям парниковых газов при производстве, транспортировке, подготовке, применении биоугля, “...которые могут быть широко распределёнными в пространстве и весьма изменчивыми во времени” (МГЭИК, 2006, с. 5).

На основе концепции LCA (K. Hasler, 2015) было установлено, что среди сценариев культивирования, при добавлении биоуголя, экологические затраты снижаются. Каждая тонна биоугля, вносимого в почву, снижает выбросы CO_2 на 1,3 т, таким образом, при применении биоугля 1 кг/м^2 выбросы снизятся на 13 т CO_2 на гектар, а при применении биоугля 3 кг/м^2 — на 39 т с гектара. Секвестрация углерода имеет свою цену на углеродном рынке, поскольку в мире существует несколько углеродных рынков, цена которых варьируется в пределах от 0,37 долл. США/т CO_2 до 126,78 долл. США/т CO_2 , компании могут участвовать на заранее установленных рынках или продавать напрямую клиентам по всему миру (это могут быть индивидуумы или компании). Если средняя цена на углеродные единицы 20 долл. США/т CO_2 , каждый гектар, дополненный биоуглем, будет приносить 200 долл. США при применении биоугля по 1 кг/м^2 и 600 долл. США при применении биоугля по 3 кг/м^2 .

Земельный участок (поле), на котором проводился эксперимент, относится, согласно РУЭП-ЗИЗЛХ (Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства), к одной из шести категорий — возделываемым землям. Переустройство экспериментального поля, повлекшее к изменению категории, за последние 10 лет не производилось. Поле относится к управляемым землям — землям, “...на которых происходит вмешательство и деятельность человека для выполнения производственных, экологических и социальных функций” (МГЭИК, 2006, с. 5). На национальном уровне определяется как земли сельхозназначения.

Согласно Руководящим принципам национальных инвентаризаций парниковых газов (МГЭИК, 2006), в сельскохозяйственной деятельности изменения запасов углерода учитываются:

- в биомассе;
- мёртвом органическом веществе;
- почве во всех категориях землепользования.

Так же учитываются выбросы парниковых газов при сжигании биомассы, от систем уборки, хранения и использования навоза.

Применение биоугля в сельском хозяйстве оказывает воздействие на систему “почва – растения – атмосфера”.

Какие парниковые газы возможно учитывать в секторе сельского хозяйства? (табл. 2).

Таблица 2

Парниковые газы, учитываемые при инвентаризации в сельском хозяйстве

	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	NH ₃
Деятельность, ведущая к изменению запасов углерода в биомассе				
Деятельность, ведущая к изменению запасов углерода в мёртвом органическом веществе				
Деятельность, ведущая к изменению запасов углерода в минеральных почвах				
Выбросы газов от пожаров				
Обработка почв				
Внесение извести и мочевины в обрабатываемые почвы				
Выращивание риса				
Культивирование органических почв			В случае обводнения	
Сжигание биомассы				
Деятельность систем уборки, хранения и использования навоза				

Источник: составлено авторами на основании руководства МГИЭК.

Бизнес-модель применения биоугля сельхозпроизводителями

Потребители биоугля: крупные и средние предприятия, занимающиеся или планирующие производство сельскохозяйственной продукции (растениеводство), фермеры, собственники земель, владельцы подсобных хозяйств, заинтересованные в длительном эффекте воспроизводства плодородия. География сбыта биоугля: Дальний Восток России, зарубежные рынки (экспорт).

Продукты-конкуренты:

– органические удобрения из природного сырья (торф и сапропель). Биочар, в отличие от торфа и сапропеля, не требует сложной подготовки перед внесением в почву, а также удерживает полезные вещества в почве более долгое время (усиливает тем самым эффект дренажной системы);

– дорогостоящие дренажные системы на труднодоступных и мелкоконтурных земельных участках. Службы мелиорации в России пришли в упадок, проектирование и установка дренажных систем является дорогостоящим мероприятием. Там, где сложно установить дренажную

систему или очень дорого, можно прибегнуть к использованию низкоуглеродной технологии с применением биоугля;

– улучшители почв (мелиоранты), например, циолиты, гидрогель и др. Биоуголь по мере разложения становится частью почвы, привнося в неё углерод, улучшая усвоение подвижных форм питательных элементов и плодородие. Таким свойством не обладают другие природные и искусственные мелиоранты. Эффекты улучшения почв от внесения биоугля могут сохраняться до 10 лет в зависимости от его вида.

Такие органические мелиоранты-сорбенты, как “...торф, сапропель, лигнин, кора, опилки, мох, компост и другие вещества биологического происхождения. В дополнение, сырьём для формирования мелиоранта могут служить вещества нетрадиционного происхождения: техногенные шлаки, шламы, фосфогипс, силикаты и гидросиликаты магния, угольная пыль”¹.

Преимущество древесного биоугля перед органическими удобрениями состоит в способности уменьшать затраты углерода из почвы, выносимого с урожаем. Биоуголь однозначно можно отнести к чистым органическим технологиям, что даёт возможность производителям для сертификации производимой продукции на участках с биоуглём вместо удобрений как органического продукта.

Полученный эффект снижения эмиссии углекислого газа также даёт возможность рассматривать предложенную технологию как низкоуглеродную.

Как показали исследования, внесение биоугля в бездренажные участки под овощные культуры даёт возможность экономить на внесении удобрений, но для полного понимания экономической эффективности необходимо изучение последствие биоугля после внесения.

Установлено, что использование биоугля в растениеводстве даёт прирост прибыли (табл. 3). Дополнительный эффект возможен за счёт встраивания в производственную цепочку переработку собственных органических отходов.

Таблица 3

Оценка экономического эффекта применения биоугля в растениеводстве

Участок	Расходы на обработку 1 га, руб.	Урожайность с 1 га, кг	Выручка с продажи урожая с 1 га, руб.	Прибыль с 1 га, руб.	Прирост прибыли по сравнению с контролем, руб.
Обычный участок (контроль)	220 260	27 000	405 000	184 740	–
Участок с внесением биоугля	257 560	41 260	618 903	361 143	+176 403
Участок с дренажем и внесением биоугля	266 332	49 908	748 624	482 292	+297 552

Источник: составлено авторами.

¹ Рудзиш Э. Рекультивация техногенно нарушенных земель с использованием нетрадиционных мелиорантов: дисс. ... канд. техн. наук. — СПб., 2022. — 144 с.

Вариант размещения производства биоугля в непосредственной близости от полей сельскохозяйственного предприятия может оказаться предпочтительным: отходы самого сельхозпредприятия могут перерабатываться, вырабатываемый биогаз может так же использоваться, затраты на перевозку биоугля снизятся. Однако вопрос доступности сырья станет определяющим. Например, производство лесоматериалов необработанных (тыс. плотных м³) в Приморском крае составляет 4579 тыс. плотных м³ (2017)¹. Предположим, что в последующие годы существенных отклонений не было и из них 1152 тыс. м³ пошло на деревообработку (2019)². Древесные отходы составляют 32,2% от объёмов используемого пиловочника, из которых кусковые отходы составляют 41,8%; луб — 13,47%; кора — 13,88%; щепа — 5,77%; опилки, стружка, пыль — 19,95%; обрезки шпона — 5,13%³. Отходы предположительно составят 369 тыс. м³. Если предположить, что 50% отходов недоиспользованы, то их объём может составлять 185 тыс. м³.

Компания “Экокарбон” (Красноярский край) предлагает 3 типа пиролизных печей по производству биоугля из древесных отходов⁴ производительностью 280 т, 600 и 1200 т биоугля в месяц, используя 5600 м³, 12 000 и 24 000 м³ насыпных кубов отходов в месяц. Для переработки 185 тыс. м³ древесных отходов потребуется целый год, что не представляется реалистичным вариантом, так как источники возникновения этих отходов разбросаны по большой территории. Существует вариант мобильного оборудования (компания Beston⁵) с производительностью 300 кг/ч (около 53 т биоугля в месяц). Оборудование требовательно к сырью по размеру и влажности, поэтому дополнительно потребуется дробилка и сушильная камера. Следовательно, размещение полей сельхозпредприятий и лесоперерабатывающих предприятий, где формируются отходы, будет определять тип закупаемого оборудования наряду с требуемым объёмом и наличием других видов отходов в регионе.

На концептуальном уровне финансовая модель применения биоугля в растениеводстве показывает, что запуск сельхозпроизводителями нового направления обоснован в случае, если компании намерены выходить в сегмент “зелёной” продукции класса “средний высокий” и “премиальный”, в том числе органической продукции, а также развивать её экспорт в страны с растущим спросом на “зелёные” продукты и низкоуглеродный стиль жизни. Производство биоугля необходимо размещать на оптимальном расстоянии от мест возникновения соответствующих отходов и одновременно от полей, где планируется внесение биоугля, что позволит снизить углеродный след, связанный с транспортировкой сырья и готовой продукции.

¹ https://amgpgu.ru/upload/iblock/05f/kursova_i_m_bystrushkin_a_yu_sovremennoe_sostoyanie_lesopromyshlennogo_kompleksa_dalnevostochnogo_fe.pdf.

² https://vl.aif.ru/society/kak_prohodit_pererabotka_lesa_v_primore.

³ <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-obrazovaniya-i-ispolzovaniya-drevesnyh-othodov-na-predpriyatiyah-lesopromyshlennogo-kompleksa-rossii/viewer>.

⁴ <https://ecocarbon.ru/>.

⁵ <https://bestoncompany.com/ru/biochar-production-equipment/>.

Благодаря использованию технологии экономический эффект проявляется через:

- а) повышение урожайности (рост прибыли);
- б) улучшение плодородия почв, установленное путём четырёхлетнего полевого эксперимента (Приморский край), свойства почв имеют положительную динамику, что сказывается на стоимости земель как актива и возможности снижения издержек (экономия на внесении удобрений);
- в) декарбонизацию и возможность производителя позиционировать выращиваемую продукцию как “зелёную”, низкоуглеродную, в том числе органическую, создавать дополнительную ценность для потребителя и претендовать на более высокую маржу на рынке, в том числе на экспортных рынках низкоуглеродной пищевой продукции

Заключение

Валовая прибыль с 1 га (на примере выращивания капусты) при применении биоугля увеличивается благодаря росту урожайности практически в 2 раза (со 184 до 361 тыс. руб.), на полях с дренажом значение может вырасти в 2 раза. Дополнительный эффект в долгосрочной перспективе возникает за счёт сохранения плодородия почв, депонирования в них углерода, а также, как было сказано выше, за счёт снижения эмиссии парниковых газов. При этом коммерциализация этих эффектов требует различных подходов, так как биоуголь “работает” в системе “почва – растения – атмосфера”. Спрос на эффекты в элементе системы “почвы” возникает при продаже участка, сдачи его в аренду, оценке в случае передачи в залог, однако в России мы имеем дело с “провалами” рынка земель сельхозназначения, его несовершенством, асимметрией информации. Так как биоуголь снижает необходимость в механической обработке почвы по традиционно применяемой технологической карте, сельхозпроизводители могут рассчитывать на снижение затрат. Спрос на эффекты системы “растения” самый очевидный — рост урожайности. Спрос на эффекты системы “атмосфера” пока не сформирован в России ввиду отсутствия рынка углерода. Финансовый поток здесь возможен за счёт экспортных рынков, развития потенциала добровольного рынка углерода в России, популяризации соответствующего стиля жизни, в том числе через встраивание в образование универсальной компетенции ведения низкоуглеродной деятельности. Таким образом, максимизация эффектов внедрения низкоуглеродной технологии с применением биоугля возможна при разработке и внедрении новых механизмов мониторинга качественных характеристик земель сельхозназначения, механизмов оценки и торговли углеродными единицами. Работа подобных механизмов должна быть организована на принципах открытости, путём реализации региональных экспериментов. На сегодня бизнес-модель применения биоугля в растениеводстве говорит о новаторстве данного направления и его сопряжённости с высокими рыночными рисками при интернационализации бизнеса (экспорт) и выхода произ-

водителей в сегменты “зелёной” продукции класса “средний высокий” и “премиальный”, в том числе органической продукции в России.

Список источников

1. Барахов А.В., Лобзенко И.П., Дудникова Т.С. [и др.]. Влияние биочара на подвижность Си в сочетанно загрязнённом чернозёме обыкновенном // Биоуголь: свойства, применение в сельском хозяйстве, влияние на почвы, растения и окружающую среду: материалы Международ. науч. семинара ФГБНУ АФИ (г. Санкт-Петербург, 8 декабря 2020 г.). — СПб.: ФГБНУ АФИ, 2020. — С. 3–7.
2. Белая А.А., Патрушева О.В., Нестерова О.В. [и др.]. Влияние биоугля на содержание некоторых форм азота в почве и биомассе капусты // Биоуголь: свойства, применение в сельском хозяйстве, влияние на почвы, растения и окружающую среду: материалы Международ. науч. семинара ФГБНУ АФИ (г. Санкт-Петербург, 8 декабря 2020 г.). — СПб.: ФГБНУ АФИ, 2020. — С. 8–11.
3. Бовсун М.А., Нестерова О.В., Семаль В.А. [и др.]. Влияние различных доз биоугля в дренажной и бездренажной системе на эмиссию CO₂ и CH₄ из почв // Биоуголь: свойства, применение в сельском хозяйстве, влияние на почвы, растения и окружающую среду: материалы Международ. науч. семинара ФГБНУ АФИ (г. Санкт-Петербург, 8 декабря 2020 г.). — СПб.: ФГБНУ АФИ, 2020. — С. 13–15.
4. Бойцова Л.В., Рижия Е.Я. Влияние биоугля на сезонную динамику минеральных форм азота в дерново-подзолистой супесчаной почве разного качества // Биоуголь: свойства, применение в сельском хозяйстве, влияние на почвы, растения и окружающую среду: материалы Международ. науч. семинара ФГБНУ АФИ (г. Санкт-Петербург, 8 декабря 2020 г.). — СПб.: ФГБНУ АФИ, 2020. — С. 16–20.
5. Дубровина И.А., Юркевич М.Г., Сидорова В.А. Влияние биоугля и удобрений на развитие растений ячменя и агрохимические показатели дерново-подзолистых почв в вегетационном опыте // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2020. № 3. С. 31–44.
6. Дубровина И.А. Пролонгированное влияние биоугля на агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы // Биоуголь: свойства, применение в сельском хозяйстве, влияние на почвы, растения и окружающую среду: материалы Международ. науч. семинара ФГБНУ АФИ (г. Санкт-Петербург, 8 декабря 2020 г.). — СПб.: ФГБНУ АФИ, 2020. — С. 26–30.
7. Ahmad M., Rajapaksha A.U., Lim J.E. [et al.]. Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: A review. // Chemosphere. 2014. Vol. 99. P. 19–23. — DOI 10.1016/j.chemosphere.2013.10.071.
8. Железова А.Д., Седерлунд Х. Влияние биоугля на адсорбцию гербицидов в почве // Биоуголь: свойства, применение в сельском хозяйстве, влияние на почвы, растения и окружающую среду: материалы Международ. науч. семинара ФГБНУ АФИ (г. Санкт-Петербург, 8 декабря 2020 г.). — СПб.: ФГБНУ АФИ, 2020. — С. 31–34.
9. Haslera K., Bröring S., Omtab S.W.F. [et al.]. Life cycle assessment (LCA) of different fertilizer product types // Europ. J. Agronomy. 2015. Vol. 69. P. 41–51. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2015.06.001>

10. Федеральный закон “О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения” от 16.07.1998 № 101-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 20.07.1998. № 29. Ст. 3399.
11. Product Definition and Specification Standards: Standardized Product Definition and Product Testing Guidelines for Biochar That Is Used in Soil (aka IBI Biochar Standards) // Version 2.1 2015 IBI 61 p. — URL: <https://biochar-international.org/characterizationstandard/>.
12. Федеральный закон “Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации” от 03.08.2018 № 280-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 06.08.2018. № 32 (ч. I). Ст. 5073.
13. Bovsun M.A., Castaldi S., Nesterova O.V. [et al.]. Effect of biochar on soil CO₂ fluxes from agricultural field experiments in Russian far east // *Agronomy*. 2021. Vol. 11 (8). P. 1559. — DOI <https://doi.org/10.3390/agronomy11081559>.
14. Hawthorne L., Johnson M.S., Jassal R.S. [et al.]. Application of biochar and nitrogen influences fluxes of CO₂, CH₄ and N₂O in a forest soil // *J. Environ. Manage.* 2017. Vol. 192. P. 208–214. — URL: <https://biochar-international.org/sustainability-climate-change/>.
15. Ding Y., Liu Y., Liu S. [et al.]. Biochar to improve soil fertility // *Agronomy for Sustainable Development*. 2016. Vol. 36. 18 p. — DOI 10.1007/s13593-016-0372-z.
16. Международная инициатива по биочару (IBI). — URL: <https://biochar-international.org/soil-health/>.
17. Bovsun M.A., Castaldi S., Nesterova O.V. [et al.]. Effect of biochar on soil CO₂ fluxes from agricultural field experiments in Russian Far East // *Agronomy*. 2021. Vol. 11 (8). P. 1559. — DOI 10.3390/agronomy11081559.
18. Bovsun M., Nesterova E., Semal V. [et al.]. Changes in the composition and properties of biochar after one-year application // *E3S Web of Conferences*. 2020. Vol. 217. P. 10009. — DOI 10.1051/e3sconf/202021710009.
19. Kolesnikova Y., Semal V., Nesterova O. [et al.]. The effect on nitrogen oxide emission from agricultural soils // *E3S Web of Conferences*. 2020. Vol. 175. P. 09014. — DOI 10.1051/e3sconf/202017509014.

Сведения об авторах / About authors

Тюрина Елена Александровна, кандидат экономических наук, доцент Департамента социально-экономических исследований и регионального развития Школы экономики и менеджмента, Дальневосточный федеральный университет. 690922 Россия, г. Владивосток, о-в Русский, кампус ДВФУ, корпус G. *E-mail: tyurina.ea@dvfu.ru*.

Elena A. Tyurina, PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Socio-Economic Research and Regional Development, the School of Economics and Management, Far Eastern Federal University. Bld. G, FEFU Campus, Vladivostok, Russia, 690620. *E-mail: tyurina.ea@dvfu.ru*.

Свиридов Максим Константинович, старший преподаватель Департамента менеджмента и предпринимательства Школы экономики и менеджмента, Дальневосточный федеральный университет. 690922 Россия, г. Владивосток, о-в Русский, кампус ДВФУ, корпус G. *E-mail: sviridov.mk@dvfu.ru*.

Maxim K. Sviridov, Senior Lecturer of the Department of Management and Entrepreneurship, the School of Economics and Management, Far Eastern Federal University. Bld. G, FEFU Campus, Vladivostok, Russia, 690620. *E-mail: sviridov.mk@dvfu.ru*

Нестерова Ольга Владимировна, кандидат биологических наук, зав. кафедрой почвоведения Института мирового океана, Дальневосточный федеральный университет. 690922 Россия, г. Владивосток, о-в Русский, кампус ДВФУ, корпус G. *E-mail: nesterova.ov@dvfu.ru*.

Olga V. Nesterova, PhD in Biology, Head of the Soil Science Department, the Institute of the World Ocean, Far Eastern Federal University. Bld. G, FEFU Campus, Vladivostok, Russia, 690620.
E-mail: nesterova.ov@dvfu.ru

Сакара Николай Андреевич, кандидат сельскохозяйственных наук, зам. директора по научной работе, Приморская овощная опытная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения “Федеральный научный центр овощеводства” (Приморская ООС – филиал ФГБНУ ФНЦО).

Nikolay A. Sakara, PhD in Agricultural Sciences, Deputy Director for Research at the Primorye Vegetable Experimental Station – the Primorye branch of the Federal State Budgetary Research Institution “Federal Research Center for Vegetable Growing”

Исследование сортообразцов сои *Glycine max* (L) Merr. и идентификация метаболитов методом тандемной масс-спектрометрии

Майя Разгонова^{1, 2}, Елена Черевач¹,
Юлия Зинченко^{1, 2}, Кирилл Голохваст^{1, 2, 3}

¹ Дальневосточный федеральный университет,
г. Владивосток, Россия

² ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР)
г. Санкт-Петербург, Россия

³ Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий
г. Краснообск, Новосибирская обл., Россия

Информация о статье

Поступила в редакцию:

16.12.2022

Принята

к опубликованию:

06.03.2023

УДК 615.322

JEL Q23

Ключевые слова:

Glycine max (L) Merr., соя, ВЭЖХ-МС/МС, тандемная масс-спектрометрия, полифенольные соединения.

Keywords:

Glycine max (L) Merr., soja, HPLC-MS/MS, tandem mass spectrometry, polyphenolic compounds.

Аннотация

Семена сои *Glycine max* (L) Merr. содержат большое количество полифенольных комплексов, являющихся биологически активными соединениями. В данной статье авторы впервые попытались представить полный метаболомный состав экстрактов сои *Glycine max* (L) Merr. Результаты начальных исследований выявили присутствие 31 полифенольного соединения, из них 13 идентифицировано впервые в *Glycine max* (L) Merr. Полученные данные помогут интенсифицировать будущие исследования по разработке и производству новых лекарственных препаратов, биологически активных добавок и различных продуктов функционального и специализированного назначения, содержащих целевые экстракты *Glycine max* (L) Merr.

Soybean Varieties *Glycine max* (L) Merr.: Identification of Metabolites by Tandem Mass Spectrometry

Maya P. Razgonova, Elena I. Cherevach,
Yulia N. Zinchenko, Kirill S. Golokhvast

Abstract

Considerable research suggests that soybean seeds *Glycine max* (L) Merr. contain significant concentrations of polyphenolic complexes, which are biologically active compounds. The aim of the study is

to identify a complete metabolomic composition of extracts of soybean varieties Glycine max (L) Merr. A.K. Seagulls. As a result, the presence of 31 polyphenolic compounds has been revealed, with 13 compounds identified by the authors of the paper for the first time. The data obtained will help to intensify research on the development of new drugs, dietary supplements and various functional products containing targeted extracts of Glycine max (L) Merr.

Введение

Соя — пожалуй, самая наиважнейшая сельскохозяйственная культура на Дальнем Востоке, и она занимает первое место в структуре посевных площадей всего Дальневосточного региона. За время возделывания данной культуры изучен большой круг вопросов, связанных с биологией, селекцией и технологией выращивания. В настоящее время большой интерес для исследователей представляет подробное изучение полифенольного состава зерна сои, так как подобные данные имеют большое теоретическое и практическое значение, что плотно связано с вопросами сохранения коллекционного материала и создания продовольственного и семенного фондов. На современном этапе в научном сообществе сложилось консолидированное мнение, что содержание белка в семенах зависит от ряда факторов: генотипа сорта, почвенно-климатических условий зоны, обеспеченности растений элементами питания, а также от условий и продолжительности хранения [1]. Центр происхождения сои находится в Восточной Азии, где она используется в пищу более 5000 лет [2]. Являясь известным источником дешёвого концентрированного белка и растительного масла, соя в настоящее время приобрела мировое значение среди сельскохозяйственных культур. Имея 53% мирового производства всех масличных культур, соя занимает значительное место в большинстве систем сельскохозяйственного производства крупных стран, таких как США, Китай, Бразилия, Аргентина и Индия [3, 4]. В последнее время производство сои в России демонстрирует стабильный рост за счёт расширения посевных площадей.

Исследователи и потребители проявляют большой интерес к потенциальной роли сои и соевых продуктов в профилактике заболеваний. Клинические и научные доказательства выявили лечебные свойства компонентов сои при нарушениях обмена веществ и других хронических заболеваниях (диабете, ожирении, раке, остеопорозе, анемии и т.д.). В качестве шага к пониманию механизмов влияния пищевых компонентов на здоровье важно исследовать химический состав и выявить активные компоненты, ответственные за полезные эффекты. Было показано, что польза сои для здоровья обусловлена вторичными метаболитами в соевых экстрактах, такими как изофлавоны, фитостеролы, лецитины, сапонины и т. д. [5]. В частности, было доказано, что изофлавоны действуют в сочетании с белками для защиты от рака, сердечно-сосудистых заболеваний и остеопороза [6].

Целью представленной работы явился детальный метаболомный анализ сортообразцов сои *Glycine max*, из коллекции ФНЦ агробиотехнологий им. А.К. Чайки.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования были использованы сортообразцы сои *Glycine max* (L) Merr. из коллекции ФНЦ агrobiотехнологий им А.К. Чайки, выращенные и собранные в сентябре 2021 г. В выборке представлен метаболомный анализ мацерационных экстрактов сортообразцов сои Приморская 4, Приморская 96, Муссон и Бриз.

Для получения высококонцентрированных экстрактов была применена дробная мацерация. При этом общее количество экстрагента (метилового спирта х.ч.) разделено на 3 части и последовательно настояно на плодах *Glycine max* (L) Merr. с первой частью, затем со второй и третьей. Время настойки каждой части экстрагента составляло 7 дней.

Для идентификации целевых аналитов в экстрактах, полученных мацерационным методом, использовали высокоэффективную жидкостную хроматографию (ВЭЖХ) в комплексе с ионной ловушкой BRUKER DALTONIKS (тандемная масс-спектрометрия).

Высокоэффективная жидкостная хроматография. Для выполнения разделения многокомпонентных смесей использовали жидкостный хроматограф высокого давления Shimadzu LC-20 Prominence HPLC (Shimadzu, Япония), оборудованный UV-детектором и обратнофазной колонкой Shodex ODP-40 4E. Программа элюции градиента следующая: 0,0–4 мин, 100% CH₃CN; 4–60 мин, 100% – 25% CH₃CN; 60–75 мин, 25% – 0% CH₃CN; контрольная промывка 75–120 мин 0% CH₃CN. Весь ВЭЖХ-анализ сделан с UV-VIS-детектором SPD-20A (Kanda-Nishikicho 1-chrome, Shimadzu, Chiyoda-ku, Токио, Япония) при длинах волн 230 нм и 330 нм; температура 50 °С. Объём впрыска составлял 1 µл.

Тандемная масс-спектрометрия. Масс-спектрометрические данные получены с помощью ионной ловушки amaZon SL (производство фирмы BRUKER DALTONIKS, Германия), оснащённой источником ионизации электрораспылением ESI в режимах отрицательных и положительных ионов. Оптимизированные параметры получены следующим образом: температура источника ионизации: 70 °С, поток газа: 4 л/мин, газ-небилайзер (распылитель): 7,3 psi, капиллярное напряжение: 4500 V, напряжение на изгибе торцевой пластины: 1500 V, фрагментатор: 280 V, энергия столкновения: 60 eV. Масс-спектрометр использовался в диапазоне сканирования m/z 100–1.700 для MS и MS/MS. Произведена фрагментация 4 порядка.

Результаты исследования и их обсуждение

Уточнение метаболомного состава — чрезвычайно важный результат в системе биохимического анализа. Распределённый график тандемной масс-спектрометрии, анализируемых целевых аналитов экстрактов *Glycine max* (L) Merr., представлен на рис. 1.

Всего на ионных хроматограммах было обнаружено 300 пиков выделенных целевых аналитов. Для простоты идентификации составлена унифицированная системная таблица молекулярных масс целевых аналитов, выделенных из экстрактов семян сои *Glycine max* (L) Merr. (см. таблицу).

*Соединения, идентифицированные в экстракте семян сои *Glycine max (L.) Merr.**

Идентифицированное химическое Соединение	Химическая формула	Молярная масса	Ион-аддукт [M-H] ⁻	Ион-аддукт [M+H] ⁺	Фрагментация 1 порядка МС/МС	Фрагментация 2 порядка МС/МС	Фрагментация 3 порядка МС/МС	Источник
1. Феруловая кислота	C ₁₀ H ₁₀ O ₄	194.184		195	177; 141	126		<i>Lonicera japonicum</i> [7]; Andean blueberry [8]; <i>Bougainvillea</i> [9]
2. Апитенин	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	270.2369		271	153; 215	111		Andean blueberry [8]; <i>Hedyotis diffusa</i> [10]; millet grains [11]; <i>Lonicera japonicum</i> [7]; Mexican lupine species [12]
3. Акацетин	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	284.2635		285	270; 224	241		Mexican lupine species [12]; <i>Dracosephalum palmatum</i> [13]; <i>Wissadula periplocifolia</i> [14]
4. Кемпферол	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	286.2363	285		257; 184; 117	117		<i>Lonicera japonicum</i> [7]; Andean blueberry [8]; <i>Rhus coriaria</i> [15]; Potato leaves [16]
5. Катехин	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	290.2681		291	243; 189	215; 197		millet grains [11]; <i>Triticum</i> [17]; <i>Vaccinium macrocarpon</i> [18]
6. Эпикатехин	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	290.2681		291	273; 117	255; 145		millet grains [11]; <i>Radix polygoni multiflori</i> [19]; <i>Camellia kucha</i> [20]
7. Хризэриол	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	300.2629		301	299; 253; 152	226		Mexican lupine species [12]; <i>Dracosephalum palmatum</i> [13]; <i>Rhus coriaria</i> [15]
8. Эллаговая кислота	C ₁₄ H ₆ O ₈	302.1926		303	275; 202	157	139	<i>Rhus coriaria</i> [15]; <i>Chamaecrista nictitans</i> [21]; <i>Punica granatum</i> [22]

Идентифицированное химическое Соединение	Химическая формула	Молярная масса	Ион-аддукт [M-H] ⁻	Ион-аддукт [M+H] ⁺	Фрагментация 1 порядка МС/МС	Фрагментация 2 порядка МС/МС	Фрагментация 3 порядка МС/МС	Источник
9. Кверцетин	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	302.2357		303	244; 202; 184	175; 156	129	millet grains [11]; <i>Rhus coriaria</i> [15]; Potato leaves [16]; <i>Triticum</i> [17]; <i>Vaccinium macrocarpon</i> [18]
10. 5,7-Диметоксилютеолин	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	314.2895	313		212; 185; 113	113		<i>Rosa davurica</i> [23]
11. Рамнетин I	C ₁₆ H ₁₂ O ₇	316.2623		317	299; 243; 189; 165; 123	147; 123		<i>Phlomis (Lamiaceae)</i> [24]; <i>Rhus coriaria L. (Sumac)</i> [15]
12. Изорамнетин	C ₁₆ H ₁₂ O ₇	316.2623		317	288; 243; 189	260; 242; 187		Andean blueberry [8]; <i>Phlomis (Lamiaceae)</i> [24]; <i>Embelia</i> [25]
13. Мирицетин	C ₁₅ H ₁₀ O ₈	318.2351		319	271; 217	243; 189; 171	171	Andean blueberry [8]; millet grains [11]; <i>F. glaucescens</i> [26]
14. Умбеллиферон гексозид	C ₁₅ H ₁₆ O ₈	324.2827		325	306; 289; 225; 163	145		<i>G. linguiforme</i> [26]
15. 5,7-Диметоксн-3,3',4'-тригидроксифлаван	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330.2889		331	303; 185	157		<i>Oxalis corniculata</i> [27]
16. Мирицетин 5-метилловый эфир	C ₁₆ H ₁₂ O ₈	332.2617		333	287; 241; 205; 177	177; 149	149; 123	<i>Vitis amurensis</i> [28]; <i>Rhodiola rosea</i> [29]
17. Сиригетин	C ₁₇ H ₁₄ O ₈	346.2883		347	317; 290; 219; 169	289; 272; 219	261; 173	<i>C. edulis</i> [26]
18. Магагресинол	C ₂₀ H ₂₂ O ₆	358.3851		359	325; 289; 258; 198	143	127	Wheat [29]; <i>Lignans</i> [30]
19. Дериватив кофейной кислоты	C ₁₆ H ₁₈ O ₉ Na	377.2985	377		341; 215	179		<i>Bougainvillea</i> [9]; <i>Embelia</i> [25]
20. Сальвианоловая кислота D	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₀	418.3509		419	373; 293; 212; 127	329; 271; 192; 127		<i>Mentha</i> [32]; <i>Salvia multiorrizae</i> [33]

Идентифицированное химическое Соединение	Химическая формула	Молярная масса	Ион-аддукт [M-H] ⁻	Ион-аддукт [M+H] ⁺	Фрагментация 1 порядка МС/МС	Фрагментация 2 порядка МС/МС	Фрагментация 3 порядка МС/МС	Источник
21. Апитенин-7- <i>O</i> -глюкозид	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	432.3775		433	271	153; 214		<i>Mexican lupine species</i> [12]; <i>Dracosperthium palmatum</i> [13]
22. Дигидрокемпферол-3- <i>O</i> -рамнозид	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₀	434.3934	433		259	258; 229	199	<i>Vitis vinifera</i> [34]
23. Аромалендрин 7- <i>O</i> -рамнозид	C ₂₁ H ₂₂ O ₁₀	434.3934		435	261; 243	243; 165	215; 161	<i>Eucalyptus</i> [35]
24. Каликозин-7- <i>O</i> -бета- <i>D</i> -глюкозид	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₀	446.4041		447	285	270; 225; 145	242; 152	<i>Astragali radix</i> [36]; Huolisu Oral Liquid [37]
25. Акацетин <i>O</i> -глюкозид	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₀	446.4041		447	285	269; 227; 145	241	<i>Mexican lupine species</i> [12]
26. Кемпферол-3- <i>O</i> -гексо-зид	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	448.3769		449	329; 203	303; 257; 203; 185; 157		<i>Andean blueberry</i> [8]; <i>Rhus coriaria</i> [15]; <i>Punica granatum</i> [22]
27. Цианидин-3- <i>O</i> -глюко-зид	C ₂₁ H ₂₁ O ₁₁ ⁺	449.3848		449	287	213; 175	213; 185; 141	<i>Disterigma</i> [8]; Triticum [17]
28. Kaempferol diacetyl hexoside	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₃	532.4503		533	285	270; 229; 145	242; 224; 152	<i>A. cordifolia</i> [26]
29. Акацетин <i>O</i> -глюкозид малонилированный	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₃	532.4503		533	285	269; 228; 145	196; 152	<i>Mexican lupine species</i> [12]
30. Процианидин димер А-вида	C ₃₀ H ₂₄ O ₁₂	576.501		577	547; 493; 425; 245; 181	217	189; 161	<i>Vaccinium macrocarpon</i> [18]
31. Проантоцианидин Б1	C ₃₀ H ₂₆ O ₁₂	578.5202		579	409; 343; 291; 247; 205	287; 259; 203; 163	245	<i>Andean blueberry</i> [8]; millet grains [11]; <i>Vaccinium macrocarpon</i> [18]; <i>Camellia kucha</i> [20]

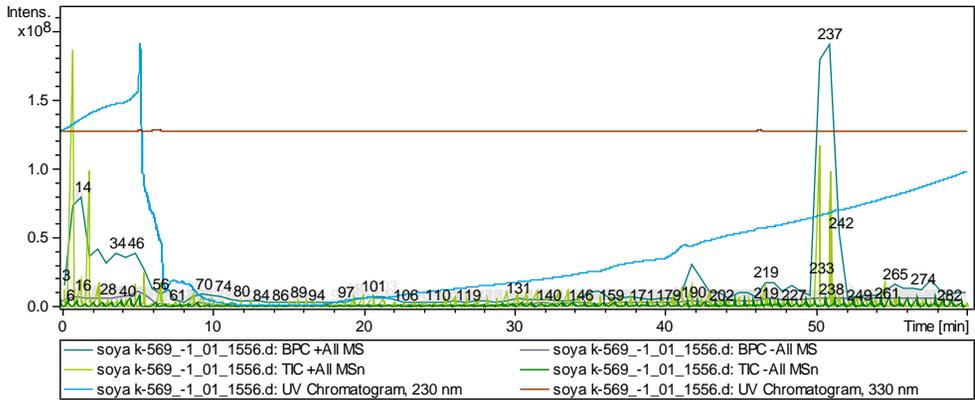


Рис. 1. Распределённый график тандемной масс-спектрометрии анализируемых целевых аналитов экстракта *Glycine max* (L) Merr., представленный ионной хроматограммой

В результате масс-спектрометрического исследования выделено 31 фенольное соединение, из них 15 химических соединений идентифицированы в *Glycine max* впервые. Идентификация соединений (значения m/z и фрагментированные ионы) производилась путём сравнения полученных экспериментальных данных с известными опубликованными научными масс-спектрометрическими результатами [7–37].

Наиболее яркие примеры масс-спектров ионных хроматограмм, полученных с помощью тандемной масс-спектрометрии, показаны на рис. 2, 3. Масс-спектр кемпферола в режиме отрицательных ионов, полученный из экстракта *Glycine max* (L) Merr., показан на рис. 2.

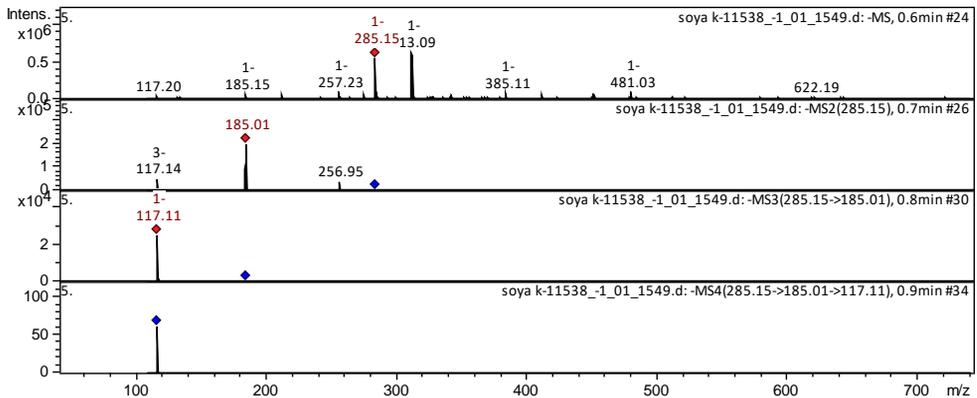


Рис. 2. Масс-спектр соединения кемпферола, полученный из экстракта *Glycine max* (L) Merr., m/z 285.15

$[M+H]^-$ ион продуцирует три фрагментированных иона, m/z 257, m/z 185 и m/z 117 (рис. 2). Фрагментированный ион m/z 185 формирует один характерный дочерний ион (m/z 117). В данных научных статьях при рассмотрении подобных масс-спектров *Lonicera japonicum* [7]; *Andean blueberry* [8]; *Rhus coriaria* [15]; листья картофеля [16] — это соединение классифицируется как флавонол кемпферол. Масс-спектр

кверцетин в режиме положительных ионов, полученный из экстракта *Glycine max* (L) Merr., показан на рис. 3.

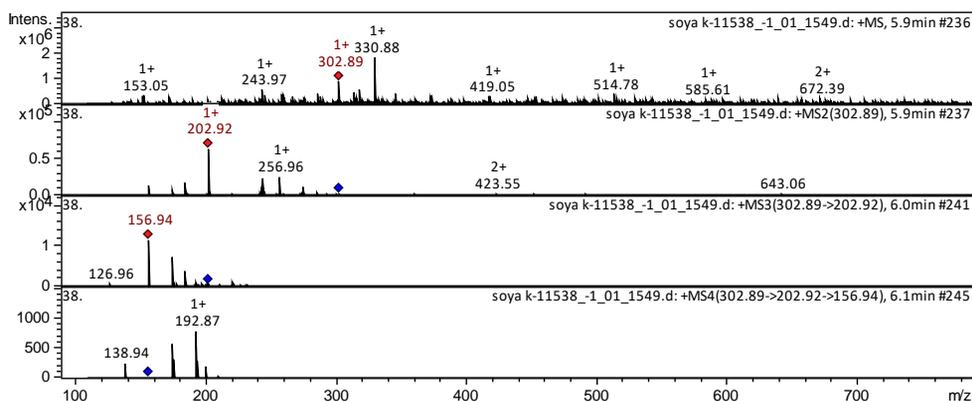


Рис. 3. Масс-спектр кверцетина, полученный из экстракта *Glycine max* (L) Merr., m/z 302.89

$[M-H]^-$ ион продуцирует два фрагментированных иона, m/z 203 и m/z 257 (рис. 3). Фрагментированный ион m/z 203 формирует два характерных дочерних иона: m/z 157 и m/z 127. Фрагментированный ион m/z 157 формирует один дочерний ион с m/z 139. В ниже приведённых научных статьях данное соединение идентифицируется, как кверцетин: [11], *Rhus coriaria* [15], листья картофеля [16], *Triticum* [17], *Vaccinium macrocarpon* [18].

Таким образом в мацерационных экстрактах *Glycine max* (L) Merr. было идентифицировано 31 соединение полифенольной группы, многие из которых характерны для вида *Glycine max* (L) Merr. Из них 13 соединений были идентифицированы впервые в данном виде растения. Это флавоны: апигенин, акацетин, акацетин О-глюкозид, сирингетин, каликозин-7-О-бета-D-глюкозид, 5,7-диметоксилитеолин, хризозеиол, феноловые кислоты эллаговая кислота, сальвианоловая кислота D, флавонолы рамнетин I, изорамнетин, лигнан медиоресиол и др.

Заключение

Экстракты *Glycine max* (L) Merr. содержат большое количество полифенольных комплексов, являющихся биологически активными соединениями. Для наиболее полного и безопасного экстрагирования был использован метод мацерации с помощью MeOH. Для идентификации целевых аналитов в экстрактах использована ВЭЖХ в комплексе с ионной ловушкой BRUKER DALTONIKS. Результаты предварительного исследования показали присутствие 31 фенольного соединения, соответствующих семейству *Glycine*, из них 13 идентифицировано впервые в *Glycine max* (L) Merr.

Полученные данные помогут интенсифицировать будущие исследования по разработке и производству различных продуктов функционального питания, содержащих целевые экстракты *Glycine max* (L) Merr.

Большое разнообразие биологически активных полифенольных соединений открывает богатые возможности для создания новых лекарственных препаратов, а также биологически активных добавок на основе экстрактов из семейства *Glycine*, и дальнейших исследований по функциональному и специализированному питанию, использующих в своей основе продукты из сои.

Список источников

1. Вавилов П.П., Посыпанов Г.С. Бобовые культуры и проблема растительного белка. — М.: Россельхозиздат, 1983. — 256 с.
2. Hymowitz, T. On the domestication of the soybean // *Economic botany*. 1970. Vol. 24.4. P. 408–421.
3. Pratap A., Gupta S.K., Kumar J. [et al.]. Chapter 12. Soybean // In book: *Technological Innovations in Major World Oil Crops*. 2012. Vol. 1.
4. Sinegovskii M., Yuan S., Sinegovskaya V. [et al.]. Current status of the soybean industry and research in the Russian Federation // *Soybean Science*. 2018. Vol. 37 (1).
5. Dixit A.K., Antony J., Sharma N.K. [et al.]. Soybean constituents and their functional benefits // *Research Singpost*. 2011. 37.2. P. 661.
6. Omoni A.O., Aluko R.E. Soybean foods and their benefits: potential mechanisms of action // *Nutr Rev*. 2005. Vol. 63 (8). P. 272–283.
7. Cai Z., Wang C., Zou L. [et al.]. Comparison of Multiple Bioactive Constituents in the Flower and the Caulis of *Lonicera japonica* Based on UFLC-QTRAP-MS/MS Combined with Multivariate Statistical Analysis // *Molecules*. 2019. Vol. 24. P. 1936.
8. Aita S.E., Capriotti A.L., Cavaliere C. [et al.]. Andean Blueberry of the Genus *Disterigma*: A High-Resolution Mass Spectrometric Approach for the Comprehensive Characterization of Phenolic Compounds // *Separations*. 2021. Vol. 8. P. 58.
9. El-Sayed M.A., Abbas F.A., Refaat S. [et al.]. UPLC-ESI-MS/MS Profile of The Ethyl Acetate Fraction of Aerial Parts of *Bougainvillea* 'Scarlett O'Hara' Cultivated in Egypt // *Egyptian J. of Chem*. 2021. Vol. 64 (2). P. 22.
10. Chen X., Zhu P., Liu B. [et al.]. Simultaneous determination of fourteen compounds of *Hedyotis diffusa* Willd extract in rats by UHPLC–MS/MS method: application to pharmacokinetics and tissue distribution study // *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*. 2018. Vol. 159. P. 490–512.
11. Chandrasekara A., Shahidi F. Determination of antioxidant activity in free and hydrolyzed fractions of millet grains and characterization of their phenolic profiles by HPLC-DAD-ESI-MSn // *J. of Functional Foods*. 2011. Vol. 3. P. 144–158.
12. Wojakowska A., Piasecka A., Garcia-Lopez P.M. [et al.]. Structural analysis and profiling of phenolic secondary metabolites of Mexican lupine species using LC–MS techniques // *Phytochem*. 2013. Vol. 92. P. 71–86.
13. Olennikov D.O., Chirikova N.K., Okhlopkova Z.M. [et al.]. Chemical Composition and Antioxidant Activity of *Tánara Ótó* (*Dracocephalum palmatum* Stephan), a Medicinal Plant Used by the North-Yakutian Nomads // *Molecules*. 2013. Vol. 18. P. 14106.
14. Teles Y.C.E., Rebello Horta C.C., de Fatima Agra M. [et al.]. New Sulphated Flavonoids from *Wissadula periplocifolia* (L.) C. Presl (*Malvaceae*) // *Molecules*. 2015. Vol. 20. P. 20161–20172.

15. Abu-Reidah I.M., Ali-Shtayeh M.S., Jamous R.M. [et al.]. HPLC–DAD–ESI–MS/MS screening of bioactive components from *Rhus coriaria* L. (Sumac) fruits // Food Chem. 2015. Vol. 166. P. 179–191.
16. Rodriguez-Perez C., Gomez-Caravaca A.M., Guerra-Hernandez E. [et al.]. Comprehensive metabolite profiling of *Solanum tuberosum* L. (potato) leaves T by HPLC-ESI-QTOF-MS // Molecules. 2018. Vol. 112. P. 390–399.
17. Sharma M., Sandhir R., Singh A. [et al.]. Comparison analysis of phenolic compound characterization and their biosynthesis genes between two diverse bread wheat (*Triticum aestivum*) varieties differing for chapatti (unleavened flat bread) quality // Front. Plant. Sci. 2016. Vol. 7. P. 1870.
18. Abeywickrama G., Debnath S.C., Ambigaipalan P. [et al.]. Phenolics of selected cranberry genotypes (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) and their antioxidant efficacy // J. Agric. Food Chem. 2016. Vol. 64 (49). P. 9342–9351.
19. Zhu Z.-W., Li J., Gao X.-M. [et al.]. Simultaneous determination of stilbenes, phenolic acids, flavonoids and anthraquinones in *Radix polygoni multiflori* by LC–MS/MS // J. of Pharmaceut and Biomedical Analys. 2012. Vol. 62. P. 162–166.
20. Qin D., Wang Q., Li H. [et al.]. Identification of key metabolites based on non-targeted metabolomics and chemometrics analyses provides insights into bitterness in Kucha [*Camellia kucha* (Chang et Wang) Chang] // Food Research International. 2020. Vol. 138 (B). P. 109789.
21. Mateos-Martin M.L., Fuguet E., Jimenes-Ardon A. [et al.]. Identification of polyphenols from antiviral *Chamaecrista nictitans* extract using high-resolution LC–ESI–MS/MS // Anal. Bioanal. Chem. 2014. Vol. 406. P. 5501–5506.
22. Mena P., Calani L., Dall’Asta C. [et al.]. Rapid and Comprehensive Evaluation of (Poly)phenolic Compounds in Pomegranate (*Punica granatum* L.) Juice by UHPLC-MSn // Molecules. 2012. Vol. 17. P. 14821–14840.
23. Razgonova M.P., Bazhenova B.B., Zabalueva Yu.Yu. [et al.]. *Rosa davurica* Pall., *Rosa rugosa* Thumb., and *Rosa acicularis* Lindl. originating from Far Eastern Russia: Screening of 146 Chemical Constituents in Tree Species of the Genus *Rosa* // Applied Sciences. 2022. Vol. 12. P. 9401.
24. Aghakhani F., Kharazian N., Gooini Z.L. Flavonoid Constituents of *Phlomis* (Lamiaceae) Species Using Liquid Chromatography Mass Spectrometry // Phytochemical Analysis. 2018. Vol. 29 (2). P. 180–195.
25. Vijayan K.P.R., Raghu A.V. Tentative characterization of phenolic compounds in three species of the genus *Embelia* by liquid chromatography coupled with mass spectrometry analysis // Spectroscopy Letters. 2019. Vol. 52 (10). P. 653–670.
26. Hamed A.R., El-Hawary S.S., Ibrahim R.M. [et al.]. Identification of Chemopreventive Components from Halophytes Belonging to Aizoaceae and Cactaceae Through LC/MS–Bioassay Guided Approach // J. Chrom. Sci. 2021. Vol. 59. P. 618–626.
27. Pandey B.P., Pradhan S.P., Adhikari K. LC-ESI-QTOF-MS for the Profiling of the Metabolites and in Vitro Enzymes Inhibition Activity of *Bryophyllum pinnatum* and *Oxalis corniculata* Collected from Ramechhap District of Nepal // Chemistry & Biodiversity. 2020. Vol. 17 (6). e2000155.
28. Razgonova M., Zakharenko A., Pikula K. [et al.]. LC-MS/MS Screening of Phenolic Compounds in Wild and Cultivated Grapes *Vitis amurensis* Rupr // Molecules. 2021. Vol. 26. P. 360
29. Zakharenko A.M., Razgonova M.P., Pikula K.S. [et al.]. Simultaneous determination of 78 compounds of *Rhodiola rosea* extract using supercritical CO₂-extraction and HPLC-ESI-MS/MS spectrometry // HINDAWY. Biochemistry Research International. 2021. Article ID 9957490.

30. Cukelj N., Jakasa I., Sarajlija H. [et al.]. Identification and quantification of lignans in wheat bran by gas chromatography-electron capture detection // *Talanta*. 2011. Vol. 84. P. 127–132.
31. Eklund P.C., Backman M.J., Kronberg L.A. [et al.]. Identification of lignans by liquid chromatography-electrospray ionization ion-trap mass spectrometry // *J. Mass Spectr.* 2008. Vol. 43. P. 97–107.
32. Cirlini M., Mena P., Tassotti M. [et al.]. Phenolic and volatile composition of a dry spearmint (*Mentha spicata* L.) // *Molecules*. 2016. Vol. 21. P. 1007.
33. Jiang R.-W., Lau K.-M., Hon P.-M. [et al.]. Chemistry and Biological Activities of Caffeic Acid Derivatives from *Salvia miltiorrhiza* // *Current Med. Chem.* 2005. Vol. 12. P. 237–246.
34. De Rosso M., Panighel A.J., Dalla Vedota A. [et al.]. Characterization of Non-Anthocyanic Flavonoids in Some Hybrid Red Grape Extracts Potentially Interesting for Industrial Uses // *Molecules*. 2015. Vol. 20. P. 18095–18106.
35. Santos S.A.O., Vilela C., Freire C.S.R. [et al.]. Ultra-high performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry applied to the identification of valuable phenolic compounds from Eucalyptus wood // *J. Chromatogr. B*. 2013. Vol. 938. P. 65–74.
36. Kafle B., Baak J., Brede C. Quantification by LC–MS/MS of astragaloside IV and isoflavones in Astragali radix can be more accurate by using standard addition // *Phytochemical Analysis*. 2020. Vol. 32 (16). P. 1–8.
37. Yin Y., Zhang K., Wei L. [et al.]. The Molecular Mechanism of Antioxidation of Huolisu Oral Liquid Based on Serum Analysis and Network Analysis // *Frontiers in Pharma*. 2021. Vol. 12. P. 710976.
38. Sun J., Liang F., Bin Y. [et al.]. Screening Non-colored Phenolics in Red Wines using Liquid Chromatography/Ultraviolet and Mass Spectrometry/Mass Spectrometry Libraries // *Molecules*. 2007. Vol. 12. P. 679–693.

Сведения об авторах / About authors

Разгонова Майя Петровна, кандидат технических наук, директор Дальневосточной опытной станции, Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР). 190031, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42. ORCID: 0000-0002-9732-1649. E-mail: m.razgonova@vir.nw.ru.

Maya P. Razgonova, PhD in Technical Sciences, Head of Far East OS Branch of the All-Russian Institute of Plant Genetic Resources. N.I. Vavilov (VIR). Bld. 42, str. Bolshaya Morskaya, St. Petersburg, Russia, 190031. ORCID: 0000-0002-9732-1649. E-mail: m.razgonova@vir.nw.ru.

Черевач Елена Игоревна, доктор технических наук, доцент, профессор базовой кафедры “Биоэкономики и продовольственной безопасности”, Передовая инженерная школа “Институт биотехнологий, биоинженерии и пищевых систем”, Дальневосточный федеральный университет. 690922, Россия, г. Владивосток, остров Русский, Аякс, 10. ORCID: 0000-0003-4958-8928. E-mail: elena_cherevach@mail.ru.

Elena I. Cherevach, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of Advanced Engineering School “Institute of Biotechnology, Bioengineering and Food Systems”, Far Eastern Federal University. Bld. G, FEFU Campus, Vladivostok, Russia, 690620. ORCID: 0000-0003-4958-8928. E-mail: elena_cherevach@mail.ru.

Зинченко Юлия Николаевна, магистрант, Передовая инженерная школа “Институт биотехнологий, биоинженерии и пищевых систем”, Дальневосточный федеральный университет. 690922, Россия, г. Владивосток, остров Русский, Аякс, 10. E-mail: yu-zinch@yandex.ru.

Yulia N. Zinchenko, master student, Advanced Engineering School “Institute of Biotechnology, Bioengineering and Food Systems”, Far Eastern Federal University. 690922, Vladivostok, Russian Federation, Fr. Russian, pos. Ajax. E-mail: yu-zinch@yandex.ru.

Голохваст Кирилл Сергеевич, доктор биологических наук, профессор РАН, член-корреспондент РАО, врио директора Сибирского федерального научного центра агrobiотехнологий РАН. 630501, Россия, Новосибирская обл., Краснообск, а/я 463. ORCID 0000-0002-4873-2281. E-mail: golokhvast@sfscs.ru.

Kirill S. Golokhvast, Doctor of Biological Sciences, Professor of the RAS, Corresponding Member of RAO, Interim Director, Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences. 630501, Russian Federation, Novosibirsk region, Krasnoobsk, SFNTSA RAS, P/O box 463. ORCID 0000-0002-4873-2281. E-mail: golokhvast@sfscs.ru.

Научный журнал

ИЗВЕСТИЯ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

2022
№ 4(104)

Учредитель и издатель
ФГАОУ ВО “Дальневосточный федеральный университет”
690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10

Главный редактор *В.Г. Белкин*
Компьютерная вёрстка *Л.С. Виляевой*
Графический дизайнер *А.А. Бабич*
Переводчик *А.А. Карелина*

Подписано в печать 28.03.2023
Формат 70×108/16. Печать офсетная.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 11,73. Тираж 300 экз. Заказ 089.
Цена 1885,16 руб.
Дата выхода в свет 31.03.2023

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС 77-57575 от 08 апреля 2014 г. выдано
Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Адрес редакции:
690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10,
Школа экономики и менеджмента ДВФУ
Редакция журнала “Известия ДВФУ. Экономика и управление”, каб. G531
E-mail: sem-journal@dvfu.ru
Адрес сайта в сети интернет: <http://jem.dvfu.ru>

Адрес издательства и типографии:
690091, г. Владивосток, ул. Пушкинская, 10
Издательство Дальневосточного федерального университета

Знак информационной продукции 16+