

УДК 332  
JEL C11

DOI: 10.17238/issn1998-5320.2022.16.1.26

Научная статья

Н. Б. Пильник<sup>1</sup>

✉ pnb65@yandex.ru

<sup>1</sup>Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, г. Омск, Российская Федерация

## Анализ взаимодействия регионов РФ в рамках их инновационного развития с применением динамических байесовских сетей

**Аннотация:** Цель статьи – проанализировать взаимодействие регионов РФ в рамках их инновационного развития с применением методов интеллектуального анализа данных. В исследовании использованы данные по показателю «Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами инновационного характера с 2017 г., тыс. руб.» за период с 2017 по 2021 г. в ежемесячном разрезе для 50 регионов РФ с Росстата. Выявление динамических закономерностей инновационного развития регионов РФ осуществлялось с применением динамических байесовских сетей. Выделялось три типа динамических взаимосвязей: 1) взаимосвязи между регионами РФ, определяющими инновационное их взаимодействие в рамках одного временного периода; 2) взаимосвязи между регионами РФ, инновационное взаимодействие которых осуществляется с эффектом запаздывания; 3) связи внутреннего инновационного развития региона с учетом времени. С применением динамической байесовской сети выделены все типы связей между некоторыми регионами РФ в рамках их инновационного развития и взаимодействия. Преобладающими являются динамические связи между регионами РФ, которые реализуются без эффекта запаздывания. Взаимодействуют между собой только инновационно развитые регионы РФ. Взаимодействие регионов РФ имеет краткосрочный эффект – взаимное влияние осуществляется либо в текущий такт времени, либо с эффектом запаздывания, который проявляется в течение одного месяца. Недостаточное развитие системы взаимодействия регионов РФ в рамках их инновационного развития отрицательно сказывается на формировании научно-технического потенциала России и требует разработки новых механизмов стратегического планирования инновационного развития территорий.

**Ключевые слова:** инновационное развитие регионов РФ, Индустрия 4.0, динамические байесовские сети, динамические связи.

**Дата поступления статьи:** 4 декабря 2021 г.

**Для цитирования:** Пильник Н. Б. (2022). Анализ взаимодействия регионов РФ в рамках их инновационного развития с применением динамических байесовских сетей. Наука о человеке: гуманитарные исследования, том 16, № 1, с. 236–243. DOI: 10.17238/issn1998-5320.2022.16.1.26.

Scientific article

N. B. Pilnik<sup>1</sup>

✉ pnb65@yandex.ru

<sup>1</sup>The Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russian Federation

## Analysis of the Russian Federation regions interaction in the framework of their innovative development using dynamic Bayesian network

**Abstract:** The purpose of the study is to analyze the interaction of the Russian Federation regions in the framework of their innovative development using data mining methods. The study used data on the indicator “Goods of own production were shipped, works and services were performed by own forces of an innovative nature since 2017, thousand rubles”. for the period from 2017 to 2021 in a monthly section for 50 regions of the Russian Federation from Rosstat. The identification of dynamic patterns of innovative development of the regions of the Russian Federation was carried out using dynamic Bayesian networks. There were three types of dynamic relationships: 1) the relationship between the regions of the Russian Federation that determine their innovative interaction within one time period; 2) the relationship between the regions of the Russian Federation, their innovative interaction is carried out with a lag effect; 3) the relationship of the internal innovative development of the region taking into account time. Using a dynamic Bayesian network, all types of connections between

© Н. Б. Пильник, 2022

some regions of the Russian Federation within the framework of their innovative development and interaction are identified. Dynamic connections between the regions of the Russian Federation are predominant, which are implemented without the effect of delay. Only innovatively developed regions of the Russian Federation interact with each other. The interaction of the regions of the Russian Federation has a short-term effect i.e. their mutual influence is carried out either in the current time cycle, or with a lag effect that manifests itself within one month. Insufficient development of the system of interaction between the regions of the Russian Federation within the framework of their innovative development negatively affects the formation of scientific and technical potential of Russia and requires the development of new mechanisms for strategic planning of innovative development of territories.

**Keywords:** innovative development of the regions of the Russian Federation, Industry 4.0, dynamic Bayesian networks, dynamic communications.

**Paper submitted:** December 4, 2021.

**For citation:** Pilnik N. B. (2022). AAnalysis of the Russian Federation regions interaction in the framework of their innovative development using dynamic Bayesian network. Russian Journal of Social Sciences and Humanities, vol. 16, no. 1, pp. 236–243. DOI: 10.17238/issn1998-5320.2022.16.1.26.

### **Введение**

В настоящее время актуальными становятся вопросы инновационного развития современной экономики. Это связано с активным формированием технологий шестого технологического уклада, в основе которого лежит интенсификация процессов промышленного развития, в том числе с применением интеллектуальных технологий (Adam at al., 2021). России с целью формирования устойчивой позиции в современном мире необходимо решить задачи разработки и оптимизации стратегий инновационного развития, совершенствования механизмов снижения рисков цифровой модернизации отечественной экономики (Роркова, 2020). При этом необходимо обеспечение равномерности развития регионов РФ в рамках их инновационной трансформации, создание синергетических связей между различными отраслями науки и производства, что будет способствовать формированию высокого уровня конкурентоспособности и создавать точки роста технологической независимости страны в целом (Батракова, 2020).

Библиографический поиск показал, что ряд современных отечественных и зарубежных ученых решают задачи оценки инновационного развития территорий (регионов РФ), их взаимного влияния в рамках развития инновационных производств, выявления закономерностей, в том числе латентных, в реализации указанных процессов в отечественной и мировой экономике. К таким исследователям могут быть отнесены труды Е. Н. Летягиной, В. И. Перовой (Летягина, Перова, 2021), И. Е. Ильиной, Е. Н. Жаровой, Е. В. Агамировой А. С. Каменского (Ильина и др., 2018), О. М. Куликовой, Т. П. Сидоровой, В. А. Шамиса (Kulikova at al., 2020), A. Rodriguez-Pose, C. Wilkie, M. Zhang (Rodriguez-Pose at al., 2021), D. Stober, M. Suskevics, S. Eiter, St. Muller, St. Martinat, M. Buchecker, J. Rodrigues, C. N. de Carvalho, M. Ramos, R. Ramos, A. Vinagre, H. Vinagre (Stober at al., 2021), J. Sh Kinjal (Kinjal, 2021) и др.

В указанных исследованиях для анализа инновационного развития используются такие показатели, как выпуск инновационной продукции в регионе, затраты на технологические инновации, создание объектов интеллектуальной собственности, численность персонала, занимающегося интеллектуальным трудом, уровень развития информационно-телекоммуникационных технологий и др.

Вышеуказанные показатели значимо сильно коррелируют с показателями выпуска инновационной продукции на заданной территории (регионе) (Kulikova at al., 2020). Это объясняется тем, что развитие технологий шестого технологического уклада изменяет структуру товарооборота как внутри отдельного региона (страны), так и в мировой торговле – в структуре товарооборота лидирующие позиции постепенно начинает занимать высокотехнологичная продукция. Следовательно, оценка изменения уровня инновационности развития территории (региона) может быть проведена через анализ динамики изменения объема выпуска инновационной и высокотехнологичной продукции и услуг. Чем выше уровень инновационного развития территории (региона), тем больше влияния он оказывает на инновационное развитие других территорий (регионов) (Kulikova at al., 2020). То есть через анализ динамики объемов выпуска инновационной продукции (услуг) могут быть выявлены закономерности реализации инновационных процессов в отечественной и мировой экономике.

При создании и распространении инновационной продукции осуществляется взаимодействие между территориями (регионами РФ), что создает синергетический эффект и способствует формированию точек роста отечественной экономики (Макар и др., 2017; Kulikova at al., 2020; Kinjal, 2021; Burke, 2021). Следовательно, возникает необходимость глубокого изучения взаимодействия регионов РФ в рамках инновационного развития. Как показывают современные исследования, разработка инструментария интенсификации инновационного развития России невозможна без выявления закономерностей инновационного взаимодействия территорий (Kulikova at al., 2020; Burke, 2021). Решать указанную задачу необходимо с применением методологии пространственного анализа, формирования экономики знаний (Макар и др., 2017). Это подтверждается исследованиями Е. В. Петрухиной, И. М. Головой, Л. М. Авериной, Д. В. Сиротина (Петрухина, 2013; Голова, 2021; Аверина, Сиротин, 2020). В их трудах отмечается значительный вклад пространственных эффектов от экономической активности в рамках инновационного развития промышленно развитых регионов РФ.

Но несмотря на ряд публикаций по данной проблематике (Голикова и др., 2020; Яшин и др., 2019; Никулина и др., 2018; Куприянов и др., 2021; Кунцман и др., 2019), в недостаточной степени решен вопрос исследования влияния динамических взаимосвязей между регионами РФ в рамках их инновационного развития, что затрудняет выявление точек экономического роста страны в рамках Индустрии 4.0.

Библиографический поиск показал, для решения указанной задачи необходимо применение методов интеллектуального анализа данных (Лычагин, 2019; Figueiredo, Piana, 2018), позволяющих с высокой эффективностью выявлять латентные закономерности реализации различных по природе процессов, в том числе инновационных, протекающих в современных экономических системах (Ng, Bandaru, Frantzen, 2016).

Все вышесказанное определило цель настоящего исследования – проанализировать взаимодействие регионов РФ в рамках их инновационного развития с применением методов интеллектуального анализа данных.

#### **Методы**

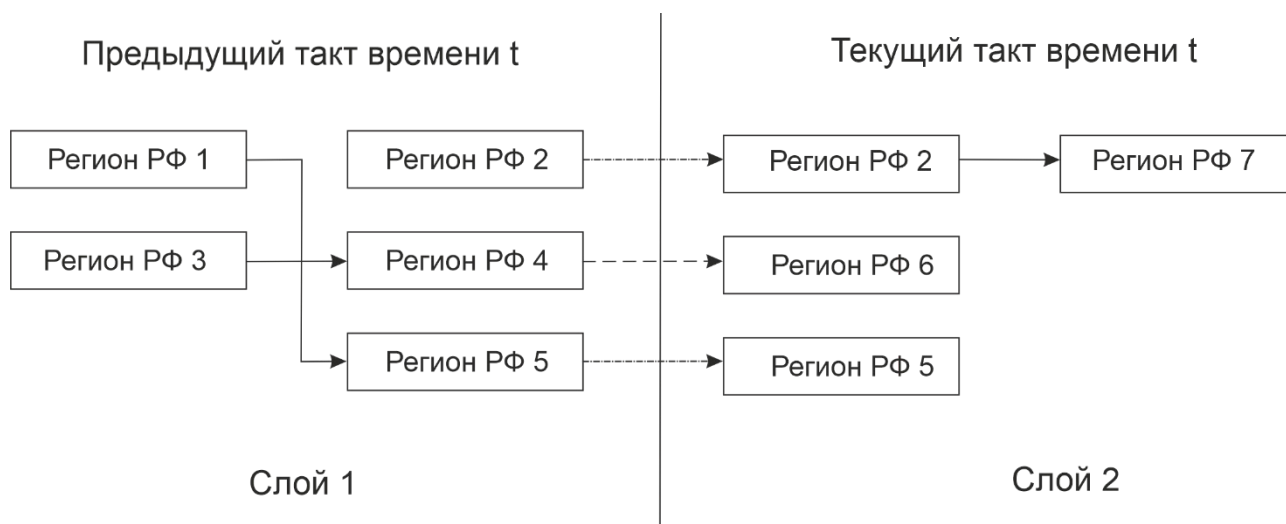
Для анализа закономерностей инновационного развития регионов РФ использованы ежемесячные статистические данные по показателю «Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами инновационного характера с 2017 г., тыс. руб.» за период с 2017 по 2021 г. для 50 регионов РФ, взятые из ЕМИСС Росстата (ЕМИСС. URL: <https://www.fedstat.ru/>). Исследование проводилось для регионов: Белгородская область, Брянская область, Владимирская область, Воронежская область, Калужская область, Костромская область, Курская область, Липецкая область, Московская область, Орловская область, Рязанская область, Смоленская область, Тамбовская область, Тверская область, Тульская область, Ярославская область, Архангельская область, Вологодская область, Ленинградская область, Новгородская область, Санкт-Петербург, Республика Адыгея, Волгоградская область, Ростовская область, Республика Башкортостан, Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Республика Татарстан, Удмуртская Республика, Чувашская Республика, Пермский край, Кировская область, Нижегородская область, Оренбургская область, Пензенская область, Самарская область, Саратовская область, Ульяновская область, Курганская область, Свердловская область, Челябинская область, Алтайский край, Красноярский край, Иркутская область, Кемеровская область – Кузбасс, Новосибирская область, Омская область, Томская область, Хабаровский край. Выбор регионов обусловлен наличием полноты данных для исследования.

Под динамическим взаимодействием между регионами РФ в рамках их инновационного развития понимается взаимодействие регионов РФ, их подсистем (производств, выпускающих инновационную продукцию или создающих инновационные услуги) между собой, при которых изменение объемов выпуска инновационной продукции (услуг) в одном регионе РФ ведет к изменению объемов выпуска инновационной продукции (услуг) в другом регионе и наоборот, в том числе с эффектом запаздывания. Возможен случай, когда регион РФ может не оказывать динамического воздействия на другие регионы РФ, но обладать мощным инновационным потенциалом, который может стимулировать интенсивное внутреннее инновационное развитие своих производственных ресурсов в течение определенного времени.

Выявление динамических взаимосвязей инновационного развития регионов РФ осуществлялось с применением динамических байесовских сетей (Dynamic Bayesian Network), представляющих собой графовую модель, включающую в себя множество переменных и вероятностные зависимости между ними с учетом времени по Байесу (Ontañón at al., 2014). Динамические байесовские сети разработаны Полом Дагумом (Dagum at al., 1992).

В исследовании структура динамической байесовской сети определяется взаимосвязями между показателями, задающими инновационное развитие исследуемых регионов во временных срезах — 1 месяц в каждом слое, связи между слоями определяют взаимосвязи между показателями во времени. Порядок сети определяет количество временных слоев, которые содержит байесовская динамическая сеть.

При построении динамической байесовской сети вначале осуществляется построение иерархической структуры для временного среза, и затем происходит ее репликация для каждого среза. На следующем этапе выполняется определение относительного положения каждого узла относительно его эквивалента в первом срезе. Результатом является сеть, в которой каждый временной отрезок упорядочен и отделен друг от друга, где крайний левый слой является самым удаленным во времени, а крайний правый представляет текущее время. Общий вид структуры динамической байесовской сети приведен на рис.



**Рис. Общий вид структуры динамической байесовской сети**

**Fig. General view of the dynamic Bayesian network structure**

В построенной структуре могут быть выделены три типа динамических взаимосвязей: 1) взаимосвязи между регионами РФ, определяющими инновационное их взаимодействие в рамках одного временного периода (на рис. показаны сплошной линией); 2) взаимосвязи между регионами РФ, инновационное взаимодействие которых осуществляется с эффектом запаздывания (показаны штриховой линией); 3) связи внутреннего инновационного развития региона — они характеризуют динамику развития региона с учетом времени (показаны штрихпунктирной линией) — данный вид связи формируется через поступательное развитие самого исследуемого региона и зависит от его ресурсного и инновационного потенциала.

Расчеты выполнены в программе R с применением библиотеки dbnR.

#### Результаты

С применением программы R построена структура динамической байесовской сети, задающей динамические взаимосвязи между показателями, характеризующими инновационное развитие регионов РФ, с учетом влияния фактора времени. Порядок сети — 2, следовательно, период моделирования составляет 2 месяца. Выбор порядка сети обусловлен наличием динамических взаимосвязей между слоями сети. В таблице показаны динамические связи, определяющие взаимодействие регионов РФ в рамках их инновационного взаимодействия и развития, с учетом влияния времени.

**Динамические связи, определяющие взаимодействие регионов РФ в рамках их инновационного взаимодействия и развития, с учетом влияния времени**

**Dynamic relationships that determine the interaction of the regions of the Russian Federation within the framework of their innovative interaction and development, taking into account the influence of time**

Начальный узел		Направление влияния	Конечный узел	
Такт времени	Регион		Такт времени	Регион
Слой 1				
$t_{-1}^{**}$	Белгородская область	→	$t_{-1}$	Республика Татарстан
$t_{-1}$	Калужская область	→	$t_{-1}$	Ульяновская область
$t_{-1}$	Курская область	→	$t_{-1}$	Самарская область
$t_{-1}$	Волгоградская область	→	$t_0^*$	Новгородская область
$t_{-1}$	Пермский край	→	$t_{-1}$	Нижегородская область
$t_{-1}$	Новгородская область	→	$t_0$	Новгородская область
$t_{-1}$	Иркутская область	→	$t_0$	Иркутская область
Слой 2				
$t_0$	Белгородская область	→	$t_0$	Республика Татарстан
$t_0$	Калужская область	→	$t_0$	Ульяновская область
$t_0$	Курская область	→	$t_0$	Самарская область
$t_0$	Пермский край	→	$t_0$	Нижегородская область

\* – текущий такт времени t  
\*\* – предыдущий такт времени t

Анализ таблицы позволяет сделать вывод о наличии динамических взаимосвязей между рядом регионов РФ в рамках инновационного развития.

В рамках одного временного периода (текущего и предыдущего) выявлены взаимосвязи первого типа между следующими регионами РФ: Белгородская область и Республика Татарстан, Калужская область и Ульяновская область, Курская область и Самарская область, Пермский край и Нижегородская область. Происходящие изменения в инновационном развитии в одном регионе будут способствовать оперативным изменениям в течение одного месяца в другом соответствующем регионе.

С применением динамической байесовской сети выявлены взаимосвязи между регионами РФ второго типа. Такая связь существует для Волгоградской и Новгородской областей. Изменения в инновационном развитии в Волгоградской области будут способствовать изменениям в инновационном развитии Новгородской области в течение последующего месяца.

Связи третьего типа – для Новгородской и Иркутской областей.

**Выводы**

На основании проведенного исследования могут быть сделаны следующие выводы.

1. С применением динамической байесовской сети выделены все типы связей между некоторыми регионами РФ в рамках их инновационного развития и взаимодействия. Преобладающими являются динамические связи, которые реализуются без эффекта запаздывания: изменения, происходящие в инновационном развитии в одном регионе РФ в течение одного месяца ведут к изменениям в инновационном развитии другого региона. Взаимодействующими с таким типом связи являются инновационно экономически развитые регионы РФ, такие как Белгородская область, Республика Татарстан, Калужская область, Ульяновская область, Курская область, Самарская область, Пермский край и Нижегородская область, имеющие высокие показатели инновационного производства. Второе место в структуре взаимосвязей занимают связи второго типа, для которых характерен эффект запаздывания длительностью 1 месяц, данный вид связей выявлен для Волгоградской и Новгородской областей. Третий тип связи выявлен для Новгородской и Иркутской областей, они обладают достаточным уровнем развития процессов инновационного производства, но в недостаточной степени взаимодействуют с другими регионами РФ в рамках инновационного развития.

2. Взаимодействие в рамках инновационного развития регионов РФ имеет краткосрочный эффект — взаимное влияние осуществляется либо в текущий такт времени, либо с эффектом запаздывания, который проявляется в течение одного месяца, что недостаточной степени позволяет решать задачи стратегического планирования в рамках инновационного развития территорий России.

3. Отсутствует единая сеть взаимодействия между регионами РФ в контексте их инновационного развития в рамках формирования пространственных эффектов обеспечения научно-технического потенциала страны.

Все это отрицательно сказывается на экономическом развитии России и требует совершенствования существующих и создания новых механизмов формирования единой экосистемы инновационного развития страны и повышения ее научно-технического потенциала.

## Источники

- Аверина Л. М., Сиротин Д. В. (2020) Оценка пространственных эффектов от инновационной активности промышленно развитых регионов РФ [Электронный ресурс]. *Экономика региона*, № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-prostranstvennyh-effektov-ot-innovatsionnoy-aktivnosti-promyshlenno-razvityh-regionov-rf>
- Батракова Л. Г. (2020) Инновационное развитие регионов России по модели «тройной спирали». *Социально-политические исследования*, № 3 (8), с. 67–80.
- Голикова Ю. Б., Мочалова Я. В. (2020) Инновационный потенциал регионов РФ: тенденции и перспективы развития. *Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки*, № 9, с. 183–186.
- Голова И. М. (2021) Теоретические основы инновационного развития территориальных сообществ: современное состояние и направления формирования [Электронный ресурс]. *Журнал экономической теории*, том 18, № 2, с. 161–184. DOI: <https://doi.org/10.31063/2073-6517/2021.18-2.1>.
- Ильина И. Е., Жарова И. Е., Агамирова Е. В., Каменский А. С. (2018) Инновационное развитие регионов России. *Регионоведение*, № 2 (103), с. 230–255.
- Кунцман М. В., Султыгова А. А. (2019) Факторы и перспективы инновационного развития экономики в субъектах РФ (на примере Самарской и Новосибирской областей) [Электронный ресурс]. *Автомобиль. Дорога. Инфраструктура*, № 1 (19). URL: [https://www.adi-madi.ru/madi/article/view/715/pdf\\_432](https://www.adi-madi.ru/madi/article/view/715/pdf_432)
- Куприянов С. В., Стариков К. С., Тогба С. С. (2021) Исследование стратегической ориентированности инновационного развития регионов РФ. *Экономический вектор*, № 3 (26), с. 36–41.
- Летягина Е. Н., Перова В. И. (2021). Нейросетевое моделирование региональных инновационных экосистем. *Journal of New Economy*, том 22, № 1. С. 71–89. DOI: 10.29141/2658-5081-2021-22-1-4
- Лычагин К. А. (2019) Количественная оценка потенциала торговых точек. *Статистика и Экономика*, том 16, № 3, с. 61–69.
- Макар С. В., Носонов А. М. (2017) Оценка и пространственные закономерности развития инновационной деятельности в регионах России [Электронный ресурс]. *Экономика. Налоги. Право*, № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-i-prostranstvennyye-zakonovernosti-razvitiya-innovatsionnoy-deyatelnosti-v-regionah-rossii>
- Никулина Ю. Н., Никлус М. П. (2019) Рейтинг инновационного развития регионов РФ как основной метод определения стратегии управления кадровым потенциалом. *Современные научные исследования и разработки*, № 1 (30), с. 792–796.
- Петрухина Е. В. (2013) Исследования и закономерности стратегического планирования инновационного развития регионов [Электронный ресурс]. *Фундаментальные исследования*, № 4-3, с. 710–714. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=31262>
- Яшин С. Н., Яшина Н. И., Захарова Ю. В. (2019) Анализ проблем формирования и развития инновационной инфраструктуры промышленных регионов РФ. *Вопросы инновационной экономики*, том 9, № 3, с. 801–812.
- Adam A. at al. (2021) Development of an innovative workflow to optimize the fast-charge capability of lithium-ion battery cells. *Journal of Power Sources*, vol. 512. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2021.230469>.
- Burke M. (2021) The Development, Implementation, and Evaluation of Innovative Strategies to Reduce Food Insecurity among Children in the United States. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, vol. 121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jand.2020.10.025>.
- Dagum P., Galper A., Horvitz Er. J. (1992) Dynamic Network Models for Forecasting. Appears in Proceedings of the Eighth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI1992). Available at: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1303/1303.5396.pdf>
- Figueiredo P. N., Piana J. (2018) Innovative capability building and learning linkages in knowledge-intensive service SMEs in Brazil's mining industry. *Resources Policy*, vol. 58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.10.012>.
- Kinjal J. Sh. (2021) Green transportation for sustainability: Review of current barriers, strategies, and innovative technologies. *Journal of Cleaner Production*, vol. 326. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129392>.
- Kulikova O. M., Shamis V. A., Sidorova T. P. (2020) Identifying clusters in innovative engineering on the base of data Mining and chaos Theory. *International Journal for Quality Research*, vol. 14, no. 2, pp. 505–522.
- Ng A. H. C., Bandaru S, Frantzén M. (2016) Innovative Design and Analysis of Production Systems by Multi-objective Optimization and Data Mining. *Procedia CIRP*, vol. 50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.159>.
- Ontañón S. at al. (2014) A Dynamic-Bayesian Network framework for modeling and evaluating learning from observation. *Expert Systems with Applications*, vol. 41, iss. 11, pp. 5212–5226. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.02.049>.
- Popkova E. G. (2020) The Theory of Innovation and Innovative Development. *AI Scenarios in Russia. Technology in Society*, vol. 63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101390>.

- Rodríguez-Pose A., Wilkie C., Zhang M. (2021) Innovating in “lagging” cities: A comparative exploration of the dynamics of innovation in Chinese cities. *Applied Geography*, vol. 132. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102475>.
- Stober D. et al. (2021) Geoproducts – Innovative development strategies in UNESCO Geoparks: Concept, implementation methodology, and case studies from Naturtejo Global Geopark, Portugal. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 2021, vol. 9, iss. 1, pp. 108–128. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2020.12.003>.

## References

- Adam A. [et al.]. (2021) Development of an innovative workflow to optimize the fast-charge capability of lithium-ion battery cells. *Journal of Power Sources*, vol. 512. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2021.230469>.
- Averina L. M., Sirotin D. V. (2020) Otsenka prostranstvennykh effektov ot innovatsionnoy aktivnosti promyshlenno razvitykh regionov RF [Assessment of spatial effects from innovation activity of industrially developed regions of the Russian Federation]. *Ekonomika regiona – Economy of Regions*, no. 1. DOI: <https://doi.org/10.17059/2020-1-20> (In Russian).
- Batrakova L. G. (2020) Innovatsionnoye razvitiye regionov Rossii po modeli “troynoy spirali” [Innovative development of Russian regions according to the “triple helix” model]. *Social and Political Research*, no. 3 (8), pp. 67–80 (In Russian).
- Burke M. (2021) The Development, Implementation, and Evaluation of Innovative Strategies to Reduce Food Insecurity among Children in the United States. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, vol. 121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jand.2020.10.025>.
- Dagum P., Galper A., Horvitz Er. J. (1992) Dynamic Network Models for Forecasting. Appears in Proceedings of the Eighth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI1992). Available at: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1303/1303.5396.pdf>
- Figueiredo P. N., Piana J. (2018) Innovative capability building and learning linkages in knowledge-intensive service SMEs in Brazil’s mining industry. *Resources Policy*, vol. 58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.10.012>.
- Golikova Yu. B., Mochalova Ya. V. (2020) Innovatsionnyy potentsial regionov RF: tendentsii i perspektivy razvitiya [Innovative potential of the regions of the Russian Federation: trends and prospects of development]. *Humanities, social-economic and social sciences*, no. 9, pp. 183–186 (In Russian).
- Golova I. M. (2021). Teoreticheskiye osnovy innovatsionnogo razvitiya territorial'nykh soobshchestv: sovremennoye sostoyaniye i napravleniya formirovaniya [Theoretical Framework for the Study of Regional Innovative Development: Current State and Future Prospects]. *Zhurnal Ekonomicheskoy Teorii – Russian Journal of Economic Theory*, no. 18 (2), pp. 161–184. DOI: <https://doi.org/10.31063/2073-6517/2021.18-2.1> (In Russian).
- Ilyina I. E., Zharova E. N., Agamirova E. V., Kamensky A. S. (2018) Innovatsionnoye razvitiye regionov Rossii [Innovative development of the regions of Russia]. *Regionology*, no. 2 (103), pp. 230–255 (In Russian).
- Kinjal J. Sh. et al. (2021) Green transportation for sustainability: Review of current barriers, strategies, and innovative technologies. *Journal of Cleaner Production*, vol. 326. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129392>.
- Kulikova O. M., Shamis V. A., Sidorova T. P. (2020) Identifying clusters in innovative engineering on the base of data Mining and chaos Theory. *International Journal for Quality Research*, 2020, vol. 14, no. 2, pp. 505–522.
- Kuntsman M. V., Sulygova A. A. (2019) Faktory i perspektivy innovatsionnogo razvitiya ekonomiki v sub'yektakh RF (na primere Samarskoy i Novosibirskoy oblastey) [Factors and prospects of innovative economic development in the subjects of the Russian Federation (on the example of the Samara and Novosibirsk regions)]. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*, no. 1 (19). Available at: [https://www.adi-madi.ru/madi/article/view/715/pdf\\_432](https://www.adi-madi.ru/madi/article/view/715/pdf_432) (In Russian).
- Kupriyanov S. V., Starikov K. S., Togba S. S. (2021) Issledovaniye strategicheskoy oriyentirovannosti innovatsionnogo razvitiya regionov RF [Research of strategic orientation of innovative development of regions of the Russian Federation]. *Ekonomicheskii vektor – Economic vector*, no. 3 (26). pp. 36–41 (In Russian).
- Letiagina E. N., Perova V. I. (2021). Neyrosetevoye modelirovaniye regional'nykh innovatsionnykh ekosistem [Neural network modelling of regional innovation ecosystems]. *Journal of New Economy*, vol. 22, no. 1, pp. 71–89. DOI: [10.29141/2658-5081-2021-22-1-4](https://doi.org/10.29141/2658-5081-2021-22-1-4) (In Russian).
- Lychagin K. A. (2019) Kolichestvennaya otsenka potentsiala torgovykh tochek [Quantitative assessment of the potential of retail outlets]. *Statistics and Economics*, vol. 16, no. 3, pp. 61–69 (In Russian).
- Makar S. V., Nosonov A. M. (2017) Otsenka i prostranstvennyye zakonomernosti razvitiya innovatsionnoy deyatelnosti v regionakh Rossii [Assessment and spatial patterns of innovation development in the regions of Russia]. *Ekonomika. Nalogi. Pravo – Economics, Taxes & Law*, no. 4. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-i-prostranstvennyye-zakonomernosti-razvitiya-innovatsionnoy-deyatelnosti-v-regionah-rossii> (In Russian).
- Ng A. H. C., Bandaru S, Frantzén M. Innovative Design and Analysis of Production Systems by Multi-objective Optimization and Data Mining. *Procedia CIRP*, 2016, vol. 50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.159>.
- Nikulina Yu. N., Niklus M. P. (2019) Reyting innovatsionnogo razvitiya regionov RF kak osnovnoy metod opredeleniya strategii upravleniya kadrovym potentsialom [Rating of innovative development of the regions of the Russian Federation as the main method for determining the strategy of personnel potential management]. *Sovremennyye nauchnyye issledovaniya i razrabotki – Modern scientific research and development*, no. 1 (30). pp. 792–796 (In Russian).
- Petrukhina E. V. (2013) Issledovaniya i zakonomernosti strategicheskogo planirovaniya innovatsionnogo razvitiya regionov [Research and patterns of strategic planning of innovative development of regions]. *Fundamental research*, no 4-3, pp. 710–714. Available at: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=31262> (In Russian).
- Popkova E. G. (2020) The Theory of Innovation and Innovative Development. AI Scenarios in Russia. *Technology in Society*, vol. 63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101390>.
- Ontañón S. [et al.]. (2014) A Dynamic-Bayesian Network framework for modeling and evaluating learning from observation. *Expert Systems with Applications*, vol. 41, iss. 11, pp. 5212–5226. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.02.049>.
- Rodríguez-Pose A., Wilkie C., Zhang M. (2021) Innovating in “lagging” cities: A comparative exploration of the dynamics of innovation in Chinese cities. *Applied Geography*, vol. 132. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102475>.

- Stober D. [at al]. (2021) Geoproducts – Innovative development strategies in UNESCO Geoparks: Concept, implementation methodology, and case studies from Naturtejo Global Geopark, Portugal. *International Journal of Geoheritage and Parks*, vol. 9, iss. 1, pp. 108–128. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2020.12.003>
- Yashin S. N., Yashina N. I., Zakharova Yu. V. (2019) Analiz problem formirovaniya i razvitiya innovatsionnoy infrastruktury promyshlennykh regionov RF [Analysis of problems of formation and development of innovative infrastructure of industrial regions of the Russian Federation]. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki – Issues of innovative economy*, vol. 9, no. 3, pp. 801–812.

---

---

### Информация об авторе

---

---

**Пильник Наталья Борисовна**

Кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управление качеством и производственными системами». Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (644080, РФ, Омск, пр. Мира, 5). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7932-8644>. SPIN-код: 5934-8497. РИНЦ Author ID: 652909. E-mail: [pnb65@yandex.ru](mailto:pnb65@yandex.ru)

---

---

### Author`s information

---

---

**Natal'ya B. Pilnik**

Cand. Sc. (Econ.), Associate Professor of the Department of Quality Management and Production Systems. The Siberian State Automobile and Highway University (5 Mira Ave., Omsk, 644080, Russian Federation). ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7932-8644>. SPIN-code: 5934-8497. RSCI Author ID: 652909. E-mail: [pnb65@yandex.ru](mailto:pnb65@yandex.ru)