

Вестник Череповецкого государственного университета. 2025. № 5 (128). С. 83–99.
Cherepovets State University Bulletin, 2025, no. 5 (128), pp. 83–99.

Обзорная статья
УДК 378:004
<https://doi.org/10.23859/1994-0637-2025-5-128-7>
<https://elibrary.ru/dqftay>

**Разработка алгоритмов и программного обеспечения систем управления
и механизмов принятия решений при оценке технического потенциала региона**

Мария Андреевна Солдатова

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева,
Москва, Россия
marysokol2421@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0008-6245-4792>

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к оценке технического потенциала регионов, включая статистические методы, экспертные оценки и интеллектуальные системы анализа данных. Исследуются ограничения существующих методик, в частности проблема фрагментарности данных и отсутствия унифицированных алгоритмов оценки. Основное внимание уделяется разработке новой концепции интегральной аналитической платформы, сочетающей методы обработки больших данных, нейросетевые модели прогнозирования и современные инструменты визуализации. Предлагаемый подход позволяет перейти от разрозненных оценок к комплексному динамическому мониторингу технологического развития регионов.

Ключевые слова: алгоритмы управления, технический потенциал региона, системы поддержки принятия решений, программное обеспечение, математическое моделирование

Для цитирования: Солдатова М. А. Разработка алгоритмов и программного обеспечения систем управления и механизмов принятия решений при оценке технического потенциала региона // Вестник Череповецкого государственного университета. 2025. № 5 (128). С. 83–99. <https://doi.org/10.23859/1994-0637-2025-5-128-7>; EDN: DQFTAY

**Development of algorithms and software for control systems
and decision-making mechanisms in assessing the technical potential of a region**

Maria A. Soldatova

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow, Russia
marysokol2421@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0008-6245-4792>

Abstract. The article considers modern approaches to assessing the technical potential of regions, including statistical methods, expert assessments and intelligent data analysis systems. The limitations of existing methods are analyzed, in particular the problem of data fragmentation and the lack of unified assessment algorithms. The main attention is paid to the development of a new concept of an integrated analytical platform combining big data processing methods, neural network

© Солдатова М. А., 2025

forecasting models and modern visualization tools. The proposed approach allows moving from disparate assessments to complex dynamic monitoring of the technological development of regions.

Keywords: control algorithms, technical potential of a region, decision support systems, software, mathematical modeling

For citation: Soldatova M. A. Development of algorithms and software for control systems and decision-making mechanisms in assessing the technical potential of a region. *Cherepovets State University Bulletin*, 2025, no. 5 (128), pp. 83–99. (In Russ.) <https://doi.org/10.23859/1994-0637-2025-5-128-7>; EDN: DQFTAY

Введение

Эффективность управления техническим потенциалом региона во многом определяется качеством алгоритмических решений, используемых органами исполнительной власти при формировании стратегий технологического развития. В процессе разработки и выбора управленческих решений приоритеты региональной администрации существенно отличаются от подходов коммерческих организаций. Если частные компании в первую очередь ориентированы на максимизацию прибыли и оптимизацию производственных процессов, то региональные власти сосредоточены на комплексном развитии технологической инфраструктуры, повышении инновационного потенциала территории и создании условий для устойчивого технологического роста, что требует принципиально иных методов анализа и прогнозирования.

В условиях стремительного развития и возрастающей конкуренции между регионами успешное управление техническим потенциалом требует не просто наращивания технологических мощностей, но и их оптимального использования. Это означает, что региональные власти должны владеть множеством современных аналитических инструментов и применять цифровые решения для оценки и управления технологическими ресурсами. В связи с этим особую актуальность приобретает разработка совершенных алгоритмов и программных комплексов, способных предоставлять органам государственного и муниципального управления достоверные данные для обоснованного принятия стратегических решений. При этом следует учитывать, что эффективное развитие технологического сектора региона напрямую зависит от качества управления инновационными проектами и производственными системами.

В современных условиях особую значимость для регионального управления приобретает создание комплексных систем оценки технического потенциала, обеспечивающих поддержку процессов стратегического планирования. Формирование объективной аналитической базы для принятия управленческих решений требует эффективного взаимодействия между различными компонентами таких систем. На практике оценка технологических возможностей региона часто осуществляется с использованием разрозненных методик и инструментов без должного учета их взаимосвязи и совместимости.

Основная часть

Цель данной статьи состоит в анализе современных подходов к разработке алгоритмов и программных решений для оценки технического потенциала регионов.

Для достижения поставленной цели решаются следующие исследовательские задачи:

- 1) изучение существующих методик анализа технологических возможностей территорий;
- 2) исследование применения информационных систем в управлении техническим развитием;
- 3) выявление перспективных направлений совершенствования инструментов оценки.

В работе применяется аналитико-синтетическая методика исследования, основанная на системном анализе научных публикаций и практических кейсов.

Результаты исследования

Анализ технического потенциала региона требует комплексного подхода, сочетающего количественные и качественные методы. Ниже представлены основные методики, применяемые в исследованиях.

Безусловно, статистические методы по праву представляют собой фундаментальный инструмент для системной оценки технического потенциала территорий, поскольку они обеспечивают точное количественное измерение ключевых параметров развития¹. В настоящее время в условиях стремительной цифровой трансформации эти методы приобретают особую значимость в практике регионального управления главным образом потому, что создают надежную объективную базу для стратегического планирования².

Индексный анализ выступает в качестве одного из наиболее востребованных подходов, прежде всего, благодаря своей способности консолидировать разнородные показатели в комплексные оценки³. По сути методологическая основа данного подхода заключается, с одной стороны, в разработке системы взвешенных индикаторов, а с другой – в их способности отражать различные аспекты технологического развития территории⁴. В частности, стоит отметить, что индекс технологической оснащенности может интегрировать такие важнейшие параметры, как, во-первых, плотность размещения высокотехнологичных производств, во-вторых, уровень автоматизации промышленных предприятий, и, в-третьих, обеспеченность исследовательской инфраструктурой⁵. При этом особое значение приобретает расчет индекса

¹ Алферьев Д. А. Теоретико-методические аспекты долгосрочного прогнозирования научно-технологического развития // Управление инвестициями и инновациями. 2018. № 1. С. 5–16. <https://doi.org/10.14529/em180101>

² Аганбегян А. Г. Анализ и прогнозирование социально-экономического развития регионов (методические заметки) // Среднерусский вестник общественных наук. 2019. Т. 17, № 14. С. 15–28. <https://doi.org/10.22394/2071-2367-2019-14-4-15-28>

³ Голова И. М. Научно-технический потенциал регионов как основа технологической независимости РФ // Экономика региона. 2022. Т. 18, № 4. С. 1062–1074. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-4-7>

⁴ Дежина И. Г. «Выбор победителей» в современной научной политике России // Вопросы государственного и муниципального управления. 2021. № 3. С. 53–74.

⁵ Китова О. В., Савинова В. М., Дьяконова Л. П., Бондаренко Ю. О. Прогнозирование показателей туризма в регионах с угольной добычей: анализ возможностей с использованием

цифровизации, включающий, как правило, показатели проникновения широкополосного Интернета, оснащенности органов власти электронными сервисами, а также степени внедрения промышленного Интернета вещей¹. Следует подчеркнуть, что мировой опыт наглядно демонстрирует эффективность адаптации международных методик, в частности, таких как Global Innovation Index, для регионального уровня, естественно, с обязательным учетом специфики отечественной статистической базы². Более того, важным направлением совершенствования индексных методов, по мнению экспертов, становится разработка пространственных показателей, особенно плотности распределения ИТ-инфраструктуры на единицу площади, что, в конечном счете, позволяет выявлять существенные территориальные диспропорции в технологическом развитии³.

Регрессионный и корреляционный анализы, без сомнения, образуют второй важнейший блок статистических методов, который, главным образом, обеспечивает выявление существенных взаимосвязей между показателями технического развития и социально-экономическими параметрами территории⁴. Как показывает практика, применение многофакторных регрессионных моделей позволяет, с одной стороны, количественно оценить вклад технологической оснащенности в экономический рост региона, а с другой – установить четкую зависимость между уровнем автоматизации производства и динамикой валового регионального продукта⁵. В свою очередь, корреляционный анализ, как известно, выявляет устойчивые связи между, во-первых, инвестициями в технологическую модернизацию и, во-вторых, производительностью труда, что, безусловно, имеет принципиальное значение для обоснования приоритетов региональной политики⁶. При этом современное развитие этих методов,

информационно-аналитической системы «Горизонт» // Уголь. 2023. № 11 (1173). С. 88–95. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-11-88-95>

¹ Кузнецова О. В. Рейтинг научно-технологического развития регионов: подходы, итоги, вызовы // Проблемы прогнозирования. 2023. № 4 (199). С. 94–103. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-199-94-103>

² Комков Н. И., Цукерман В. А., Горячевская Е. С. Анализ основных факторов инновационного развития регионов Арктической зоны РФ // Проблемы прогнозирования. 2019. № 1 (172). С. 33–40.

³ Задумкин К. А., Кондаков И. А. Методика сравнительной оценки научно-технического потенциала региона. <https://doi.org/10.34773/EU.2021.3.12>

⁴ Васильева И. Н., Розова О. И., Корнеева Н. Д., Богатова Р. С. Эффективность государственной научно-технической политики в Российской Федерации: методика оценки и результаты ее апробации // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2023. Т. 16. № 6. С. 155–173. <https://doi.org/10.15838/esc.2023.6.90.9>

⁵ Ендовицкий Д. А., Трещевский Ю. И., Каналухин П. А., Кособуцкая А. Ю. Эмпирический анализ и прогнозирование динамики инновационного развития регионов России // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2023. № 1. С. 51–64. <https://doi.org/10.17308/econ.2023.1/10932>

⁶ Шеломенцева В. П., Никитин Е. Б., Беспалый С. В., Ифутина Е. А. Использование метода «форсайт» для прогнозирования научно-технологического и экономического развития старо-промышленного региона (на примере Павлодарской области республики Казахстан) // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. 2015. № 4. С. 242–248.

очевидно, связано с обработкой все более объемных массивов пространственно-временных данных, что требует применения специализированного программного обеспечения и передовых алгоритмов машинного обучения. В частности, особую сложность представляет учет лаговых эффектов, когда технологические инвестиции влияют на экономические показатели с определенным временным смещением, что в конечном итоге требует разработки сложных динамических моделей¹.

Экспертные методы играют ключевую роль в оценке технического потенциала территорий, дополняя количественные подходы качественным анализом². Наиболее востребованы два подхода: SWOT-анализ и метод Дельфи.

SWOT-анализ обеспечивает комплексную оценку технологического развития через исследование сильных и слабых сторон, возможностей и угроз. Он выявляет ключевые элементы инфраструктуры, уровень технологического оснащения, а также внешние факторы развития, включая государственную поддержку и нормативно-правовые условия³.

Метод Дельфи, основанный на многоэтапном анонимном опросе экспертов, особенно эффективен для прогнозирования технологических трендов и оценки перспективных направлений развития. Его итеративная процедура минимизирует субъективность, обеспечивая объективность результатов⁴.

Эти методы особенно ценны при работе со слабо формализуемыми аспектами развития и на этапах стратегического планирования. Их главные преимущества – способность учитывать региональную специфику и оперативно адаптироваться к изменениям технологической среды, что делает их незаменимым инструментом комплексной оценки.

Математическое моделирование – эффективный инструмент для количественной оценки и прогнозирования технического потенциала территорий⁵. Среди ключевых методов отметим следующие: линейное программирование, генетические алгоритмы и системная динамика. Линейное программирование позволяет оптимизировать рас-

¹ Еремичева О. Ю., Еремичева Т. А. Корреляционно-регрессионный анализ факторов, влияющих на экономическую устойчивость регионов. <https://doi.org/10.24412/2411-0450-2022-1-283-27-31>. URL: <http://economyandbusiness.ru/wp-content/uploads/2022/05/Eremicheva.pdf> (дата обращения: 16.06.2025).

² Егоров Н. Е., Ковров Г. С. Анализ методов рейтингования для оценки научно-технологического развития федеральных округов РФ // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2023. Т. 14, № 4. С. 698–715. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2023.14.4.698-715>

³ Руднева Н. И., Шпаковская В. С., Захарова О. И. Swot-анализ развития региональных территорий: вызовы, угрозы и факторы, влияющие на экономическую безопасность. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/swot-analiz-razvitiya-regionalnyh-territoriy-vyzovy-ugrozy-i-factory-vliyayuschie-na-ekonomicheskuyu-bezopasnost> (дата обращения: 18.06.2025).

⁴ Соколов А. В. Будущее науки и технологий: результаты исследования Дельфи. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/budushee-nauki-i-tehnologiy-rezultaty-issledovaniya-delfi> (дата обращения: 16.06.2025).

⁵ Бышев В. И. Формирование модели научно-технологической и инновационной политики в субъекте Российской Федерации // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Гуманитарные науки. 2024. Т. 17, № 1. С. 117–136.

пределение ресурсов с учетом множества ограничений, хотя требует специальных методов для учета нелинейных зависимостей¹. Генетические алгоритмы, основанные на принципах биологической эволюции, особенно полезны при работе со сложными, многофакторными задачами в условиях неопределенности. Системная динамика дает возможность анализировать долгосрочные эффекты технологических изменений, учитывая сложные причинно-следственные связи и временные лаги². Однако реализация этих методов сталкивается с проблемами верификации моделей, параметризации и интерпретации результатов³.

Нейросетевые модели занимают особое место в арсенале интеллектуальных методов благодаря своей способности выявлять сложные, неочевидные закономерности в массивах исторических данных о технологическом развитии территорий⁴. В основе этих моделей лежат сложные математические конструкции, имитирующие принципы работы биологических нейронных сетей. Особенностью нейросетевого подхода является возможность автоматического формирования признаков пространства и обнаружения скрытых зависимостей без явного задания аналитиком всех возможных взаимосвязей⁵. При прогнозировании технологического роста такие модели способны учитывать сотни различных факторов – от макроэкономических показателей до патентной активности и кадрового потенциала региона, – выстраивая многомерные нелинейные зависимости⁶. Современные архитектуры нейронных сетей, такие как рекуррентные и сверточные сети, позволяют эффективно работать с временными рядами и пространственными данными, что особенно важно при анализе динамики технологического развития. Однако применение нейросетевых моделей требует решения ряда методологических вопросов, включая проблему «черного

¹ Ghaith Z., Kulshreshtha S., Natcher D., Cameron B. T. Regional computable general equilibrium models: A review // *Journal of Policy Modeling*. 2021. Vol. 43. No. 3. Pp. 710–724. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2021.03.005>

² Шилов А. А., Гусев М. С., Саяпова А. Р., Янговский А. А. Научно-технологическая компонента макроэкономического прогноза // *Проблемы прогнозирования*. 2016. № 6 (159). С. 3–17.

³ Беляков Г. П., Шумаков Ф. П. Особенности прогнозирования научно-технологического развития региона // *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*. 2018. Т. 2, № 4(14). С. 773–775.

⁴ Азарнова Т. В., Трещевский Ю. И., Папин С. Н. Прогнозирование параметров социально-экономического развития региона с использованием аппарата нейронных сетей (на примере ВРП Воронежской области) // *Современная экономика: проблемы и решения*. 2020. № 3 (123). С. 8–25. <https://doi.org/10.17308/meps.2020.3/2321>

⁵ Babkin A. V., Karlina E. P., Epifanova N. S. Neural networks as a tool of forecasting of socio-economic systems strategic development // *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 207. Pp. 274–279. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.10.199>

⁶ Кетова К. В., Русяк И. Г., Вавилова Д. Д. Математическое моделирование и нейросетевое прогнозирование структуры и динамики человеческого капитала Российской Федерации // *Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика*. 2020. № 53. С. 13–24. <https://doi.org/10.17223/19988605/53/2>

ящика» (трудности интерпретации полученных результатов) и необходимость больших объемов качественных данных для обучения¹.

Методы нечеткой логики предлагают принципиально иной подход к оценке технического потенциала, особенно ценный при работе с качественными, слабо формализуемыми параметрами. Классическим примером является оценка «уровня инновационности» территории – комплексного показателя, который невозможно однозначно измерить с помощью традиционных статистических методов². Нечеткая логика позволяет оперировать лингвистическими переменными и градациями («низкий», «средний», «высокий»), формализуя экспертные оценки и качественные характеристики. Математической основой данного подхода является теория нечетких множеств, где принадлежность элемента множеству определяется не бинарной логикой (0 или 1), а степенью принадлежности из интервала [0,1]. Это позволяет создавать гибкие системы оценки, учитывающие неопределенность и субъективность многих аспектов технологического развития. На практике методы нечеткой логики особенно эффективны при комплексной оценке инновационного климата, технологической готовности регионов и других сложных, многокритериальных характеристик. Важным преимуществом этого подхода является прозрачность и интерпретируемость результатов, что выгодно отличает его от многих других интеллектуальных методов³.

Геоинформационные системы (ГИС) служат мощным инструментом пространственного анализа технического потенциала территорий. Они обеспечивают комплексную оценку промышленной инфраструктуры через анализ плотности размещения предприятий, их отраслевой специализации и технологического уровня. Особую ценность представляет возможность визуализации данных на интерактивных картах, что позволяет выявлять территориальные диспропорции и перспективные зоны для новых проектов⁴.

Важнейшее преимущество ГИС-технологий заключается в анализе инфраструктурной связанности, включая транспортные, энергетические и информационные сети. Современные методы сетевого анализа помогают оценивать доступность объектов, выявлять узкие места и моделировать различные сценарии развития. При этом

¹ Бывшев В. И., Королева С. А., Пантелева И. А., Писарев И. В. Прогнозирование показателей научно-технологического и инновационного развития региона при помощи рекуррентных нейронных сетей // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2024. Т. 17, № 3. С. 102–117. <https://doi.org/10.15838/esc.2024.3.93.6>

² Алтынер А., Бозкурт Э., Топчуоглу О. Влияние расходов на НИОКР на экспорт высокотехнологичной продукции // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2022. Т. 15, № 5. С. 153–169. <https://doi.org/10.15838/esc.2022.5.83.8>

³ Bengisu M., Nekhili R. Forecasting emerging technologies with the aid of science and technology databases // Technological Forecasting and Social Change. 2006. Vol. 73, no. 7. Pp. 835–844. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.09.001>

⁴ Трифонов Ю. В., Сочков А. Л., Соловьев А. Е. Оценка экономического потенциала регионов РФ на основе методологии нейросетевого кластерного анализа // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2021. № 3 (63). С. 38–47. https://doi.org/10.52452/18115942_2021_3_38

учитываются не только технические параметры, но и социально-экономические факторы¹.

Концепция цифровых двойников региона (Digital Twin) представляет собой одну из наиболее перспективных разработок в области управления техническим потенциалом. По своей сути цифровой двойник – это динамическая виртуальная модель территории, непрерывно обновляемая за счет потоков данных из множества источников и способная имитировать поведение реальной системы в различных условиях². Применительно к оценке технического потенциала цифровой двойник интегрирует данные о промышленных объектах, инфраструктуре, энергетических сетях, кадровых ресурсах и инновационной активности, создавая целостную цифровую картину технологического развития региона. Особую ценность представляет возможность таких систем проводить сценарное моделирование, определяя потенциальные последствия различных управленческих решений – от размещения новых производств до изменения нормативно-правовой базы.

Системы поддержки принятия решений (DSS) на основе технологий больших данных образуют второй ключевой компонент современных интегрированных платформ³. В отличие от традиционных аналитических систем, современные DSS-платформы для оценки технического потенциала способны обрабатывать огромные объемы структурированных и неструктурированных данных из разнородных источников – от показателей датчиков промышленного оборудования до текстовых отчетов и данных социальных сетей⁴. Особенностью этих систем является использование передовых методов аналитики, включая машинное обучение и когнитивные технологии, что позволяет выявлять скрытые закономерности и неочевидные взаимосвязи в процессах технологического развития⁵. Практическое применение таких систем охватывает весь спектр задач управления техническим потенциалом – от стратегического планирования до оперативного мониторинга реализации конкретных проек-

¹ Светличная Д. А. Концепция региональной геоинформационной системы оценки и управления природно-ресурсным потенциалом региона. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-regionalnoy-geoinformatsionnoy-sistemy-otsenki-i-upravleniya-prirodno-resursnym-potentsialom-regiona> (дата обращения: 30.06.2025).

² Мыслякова Ю. Г. Индивидуализация стратегий научно-технологического развития экономики промышленных регионов России с учетом наследственных детерминант // *Journal of Applied Economic Research*. 2022. Т. 21, № 4. С. 685–707. <https://doi.org/10.15826/vestnik.2022.21.4.024>

³ Федорова Н. И., Климентьева А. Ю. Информационная поддержка принятия решений при формировании стратегии инновационного развития региона. <https://doi.org/10.25136/2306-4196.2018.6.27399>. URL: https://e-notabene.ru/view_article.php?id_article=27399&nb=1 (дата обращения: 30.06.2025).

⁴ Мазилев Е. А., Устинова К. А., Давыдова А. А., Климова Ю. О., Ильин В. А. Формирование фондов поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности в регионах: состояние, задачи, механизмы реализации. Вологда: ФГБУН ВолНЦ РАН, 2020. 43 с.

⁵ Zhang Q., Abdullah A. R., Chong C. W., Ali M. H. A. Study on regional GDP forecasting analysis based on Radial Basis Function Neural Network with Genetic Algorithm (RBFNN-GA) for Shandong economy // *Computational Intelligence and Neuroscience*. 2022. Vol. 2022. Pp. 8235308. <https://doi.org/10.1155/2022/8235308>

тов¹. При этом современные DSS-платформы все чаще включают элементы предиктивной аналитики, позволяющие не только анализировать текущее состояние, но и прогнозировать развитие технологического потенциала на основе выявленных тенденций и паттернов.

Для удобства и наглядности рассмотренные методики сведены в таблицу.

Таблица

Сводная таблица методик оценки технического потенциала региона

Методика	Основные подходы	Преимущества	Ограничения
Статистические методы	Индексный анализ, регрессионные и корреляционные модели	Объективность, количественные результаты, возможность межрегиональных сравнений	Зависимость от качества данных, сложность учета качественных факторов
Экспертные методы	SWOT-анализ, метод Delphi	Учет неформализуемых факторов, гибкость, работа с неопределенностью	Субъективность, трудоемкость, зависимость от качества экспертов
Математическое моделирование	Линейное программирование, генетические алгоритмы, системная динамика	Точность расчетов, возможность оптимизации сценариев	Сложность параметризации, высокие требования к вычислительным ресурсам
Интеллектуальные методы	Нейросетевые модели, нечеткая логика	Работа с большими данными, выявление скрытых закономерностей	«Черный ящик», необходимость больших объемов данных для обучения
ГИС-анализ	Пространственный анализ промышленных объектов, инфраструктурной связанности	Визуализация данных, учет географического фактора	Зависимость от качества геоданных, сложность интеграции разнородных источников
Интегрированные платформы	Цифровые двойники регионов, системы поддержки решений (DSS) на основе Big Data	Комплексность, прогнозирование, работа в реальном времени	Высокая стоимость внедрения, требования к цифровой инфраструктуре

¹ Pazikadin A. R. et al. Solar irradiance measurement instrumentation and power solar generation forecasting based on Artificial Neural Networks (ANN): A review of five years research trend // Science of The Total Environment. 2020. Vol. 715. Pp. 136848. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136848>

Современная оценка технического потенциала регионов требует интеграции трех взаимодополняющих подходов: статистических методов, технологий ИИ и экспертных оценок¹. Статистика обеспечивает объективные количественные показатели, но не учитывает сложные взаимосвязи. ИИ-технологии выявляют скрытые закономерности в больших данных, но страдают от проблем интерпретируемости². Экспертные оценки добавляют качественное понимание местной специфики, но могут быть субъективными³.

Ключевое преимущество комплексного подхода заключается в синергии: статистика валидирует экспертные оценки, ИИ обрабатывает большие объемы данных, а эксперты корректируют выводы алгоритмов.⁴ Однако успешная реализация требует тщательной методологической проработки⁵, включая унифицированные интерфейсы для разных типов данных и процедуры верификации результатов⁶.

Обсуждение результатов

Проведенное исследование подтвердило преимущества комплексного подхода к оценке технического потенциала регионов, объединяющего количественные и качественные методы. Особый научный интерес представляет выявленный синергетический эффект при сочетании статистического анализа с технологиями искусственного интеллекта, что позволяет преодолеть ограничения отдельных методов.

Анализ экспертных оценок выявил их двойственную природу: с одной стороны, они незаменимы для учета региональной специфики, с другой – требуют строгой стандартизации для минимизации субъективности. Исследование современных информационных систем показало, что их преимущества в скорости и глубине анализа нивелируются сложностями интеграции с существующей инфраструктурой.

Перспективные направления развития, такие как квантовые вычисления и распределенные аналитические системы, требуют пересмотра традиционных подходов к верификации данных. Практическая реализация результатов исследования ставит

¹ Федотов Д. В., Семенкин Е. С. О прогнозировании экономических показателей с помощью нейрозволюционных моделей // Сибирский аэрокосмический журнал. 2014. № 5 (57). С. 299–304.

² Qiu J., Wang B., Zhou C. Forecasting stock prices with long-short term memory neural network based on attention mechanism // PLOS ONE. 2020. Vol. 15, no. 1. Pp. e0227222. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227222>

³ Kitova O. V. et al. Hybrid intelligent system of forecasting of the socioeconomic development of the country // International Journal of Applied Business and Economic Research. 2016. Vol. 14, no. 9. Pp. 5755–5766.

⁴ Jin N. et al. Highly accurate energy consumption forecasting model based on parallel LSTM neural networks // Advanced Engineering Informatics. 2022. Vol. 51. Pp. 101442. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101442>

⁵ Юйшань В. Инновационное развитие китайских регионов: опыт и рекомендации для России // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2021. Т. 12, № 2. С. 145–159. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2021.12.2.145-159>

⁶ Басарева В. Г. Малые инновационные предприятия регионов: стратегические ориентиры и тактика их достижения // Регион: Экономика и Социология. 2019. № 2 (102). С. 224–245. <https://doi.org/10.15372/REG20190210>

задачи по подготовке кадров и разработке унифицированных метрик для межрегиональных сравнений. Остаются открытыми вопросы создания адаптивных методик оценки, учитывающих динамику технологического развития территорий.

Выводы

Проведенный анализ современных подходов к оценке технического потенциала регионов позволил выявить несколько принципиально важных закономерностей. Прежде всего, следует отметить, что современная методология оценки переживает этап качественной трансформации, связанный с активным внедрением цифровых технологий и междисциплинарных подходов.

Наиболее перспективным направлением представляется синтез традиционных аналитических методов с передовыми технологиями искусственного интеллекта и обработки больших данных. Такой интегративный подход позволяет преодолеть ограничения, присущие отдельно взятым методикам, и создает основу для комплексной многоуровневой оценки технического потенциала. Особую значимость приобретает переход от ретроспективного анализа к предиктивному моделированию, обеспечивающему прогнозирование технологического развития регионов.

Современные информационные системы, включая платформы цифровых двойников и геоинформационные технологии, кардинально меняют парадигму управления техническим развитием территорий. Они обеспечивают не только мониторинг текущего состояния, но и моделирование различных сценариев развития, что значительно повышает обоснованность управленческих решений.

Полученные результаты имеют существенное практическое значение для органов регионального управления, создавая методологическую основу для перехода к научно обоснованному стратегическому планированию технического развития территорий.

Список литературы / References

Аганбегян А. Г. Анализ и прогнозирование социально-экономического развития регионов (методические заметки). *Среднерусский вестник общественных наук*, 2019, т. 17, № 14, с. 15–28. <https://doi.org/10.22394/2071-2367-2019-14-4-15-28>

Aganbегian A. G. Analysis and forecasting of socio-economic development of regions (methodological notes). *Central Russian Journal of Social Sciences* 2019, vol. 17, no. 14, pp. 15–28. (In Russ.) <https://doi.org/10.22394/2071-2367-2019-14-4-15-28>

Азарнова Т. В., Трещевский Ю. И., Папин С. Н. Прогнозирование параметров социально-экономического развития региона с использованием аппарата нейронных сетей (на примере ВРП Воронежской области). *Современная экономика: проблемы и решения*, 2020, № 3 (123), с. 8–25. <https://doi.org/10.17308/meps.2020.3/2321>

Azarnova T. V., Treshchevskii Yu. I., Papin S. N. Forecasting parameters of socio-economic development of the region using the neural network apparatus (on the example of the GRP of the Voronezh region). *Modern Economics: Problems and Solutions*, 2020, no. 3 (123), pp. 8–25. (In Russ.) <https://doi.org/10.17308/meps.2020.3/2321>

Алтынер А., Бозкурт Э., Топчуоглу О. Влияние расходов на НИОКР на экспорт высоко-технологичной продукции. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*, 2022, т. 15, № 5, с. 153–169. <https://doi.org/10.15838/esc.2022.5.83.8>

Altynner A., Bozkurt E., Topcuoglu O. The impact of R&D expenditures on high-tech exports. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2022, vol. 15, no. 5, p. 153–169. (In Russ.) <https://doi.org/10.15838/esc.2022.5.83.8>

Алферьев Д. А. Теоретико-методические аспекты долгосрочного прогнозирования научно-технологического развития. *Управление инвестициями и инновациями*, 2018, № 1, с. 5–16. <https://doi.org/10.14529/em180101>

Alfer'ev D. A. Theoretical and methodological aspects of long-term forecasting of scientific and technological development. *Investment and innovation management*, 2018, no. 1, pp. 5–16. (In Russ.) <https://doi.org/10.14529/em180101>

Басарева В. Г. Малые инновационные предприятия регионов: стратегические ориентиры и тактика их достижения. *Регион: Экономика и Социология*, 2019, № 2 (102), с. 224–245. <https://doi.org/10.15372/REG20190210>

Basareva V. G. Small innovative enterprises in regions: strategic orientations and tactics for achieving them. *Region: Economics and Sociology*, 2019, no. 2 (102), pp. 224–245. (In Russ.) <https://doi.org/10.15372/REG20190210>

Беляков Г. П., Шумаков Ф. П. Особенности прогнозирования научно-технологического развития региона. *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*, 2018, т. 2, № 4 (14), с. 773–775.

Beliakov G. P., Shumakov F. P. Special features of forecasting the scientific and technological development of the region. *Topical problems of aviation and astronautics*, 2018, vol. 2, no. 4 (14), pp. 773–775. (In Russ.)

Бывшев В. И. Формирование модели научно-технологической и инновационной политики в субъекте Российской Федерации. *Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Гуманитарные науки*, 2024, т. 17, № 1, с. 117–136.

Byvshev V. I. Formation of a model of scientific, technological and innovation policy in the region of the Russian Federation. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*, 2024, vol. 17, no. 1, pp. 117–136. (In Russ.)

Бывшев В. И., Королева С. А., Пантелеева И. А., Писарев И. В. Прогнозирование показателей научно-технологического и инновационного развития региона при помощи рекуррентных нейронных сетей. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2024, т. 17, № 3, с. 102–117. <https://doi.org/10.15838/esc.2024.3.93.6>

Byvshev V. I., Koroleva S. A., Panteleeva I. A., Pisarev I. V. Forecasting indicators of scientific, technological and innovative development of the region using recurrent neural networks. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2024, vol. 17, no. 3, pp. 102–117. (In Russ.) <https://doi.org/10.15838/esc.2024.3.93.6>

Васильева И. Н., Розова О. И., Корнеева Н. Д., Богатова Р. С. Эффективность государственной научно-технической политики в Российской Федерации: методика оценки и результаты ее апробации. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*, 2023, т. 16, № 6, с. 155–173. <https://doi.org/10.15838/esc.2023.6.90.9>

Vasil'eva I. N., Rozova O. I., Korneeva N. D., Bogatova R. S. Effectiveness of state policy in the field of science and technology in the Russian Federation: Assessment methodology and approbation results. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 2023, vol. 16, no. 6, pp. 155–173. (In Russ.) <https://doi.org/10.15838/esc.2023.6.90.9>

Голова И. М. Научно-технический потенциал регионов как основа технологической независимости РФ. *Экономика региона*, 2022, т. 18, № 4, с. 1062–1074. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-4-7>

Golova I. M. Scientific and technological capacity of regions as the foundation for technological independence of the Russian Federation. *Economy of regions*, 2022, vol. 18, no. 4, pp. 1062–1074. (In Russ.) <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-4-7>

Дежина И. Г. «Выбор победителей» в современной научной политике России. *Вопросы государственного и муниципального управления*, 2021, № 3, с. 53–74.

Dezhina I. G. "Picking winners" in modern science policy of Russia. *Public Administration Issues*, 2021, no. 3, pp. 53–74. (In Russ.)

Егоров Н. Е., Ковров Г. С. Анализ методов рейтингования для оценки научно-технологического развития федеральных округов РФ. *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*, 2023, т. 14, № 4, с. 698–715. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2023.14.4.698-715>

Egorov N. E., Kovrov G. S. Analysis of rating methods for assessing the scientific and technological development of the federal districts of the Russian Federation. *MIR (Modernization. Innovation. Research)*, 2023, vol. 14, no. 4, pp. 698–715. (In Russ.) <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2023.14.4.698-715>

Ендовицкий Д. А., Трещевский Ю. И., Канапухин П. А., Кособуцкая А. Ю. Эмпирический анализ и прогнозирование динамики инновационного развития регионов России. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление*, 2023, № 1, с. 51–64. <https://doi.org/10.17308/econ.2023.1/10932>

Endovitskii D. A., Treshchevskii Yu. I., Kanapukhin P. A., Kosobutskaya A. Yu. Empirical analysis and forecasting of the dynamics of innovative development in Russian regions. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management*, 2023, no. 1, pp. 51–64. (In Russ.) <https://doi.org/10.17308/econ.2023.1/10932>

Еремичева О. Ю., Еремичева Т. А. Корреляционно-регрессионный анализ факторов, влияющих на экономическую устойчивость регионов. *Экономика и бизнес: теория и практика*, 2022, т. 1–2 (83), с. 27–31. <https://doi.org/10.24412/2411-0450-2022-1-283-27-31>

Eremicheva O. Yu., Eremicheva T. A. Correlation and regression analysis of factors affecting the economic stability of regions. *Economy and business: theory and practice*, 2022, vol. 1–2 (83), pp. 27–31. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2411-0450-2022-1-283-27-31>

Задумкин К. А., Кондаков И. А. Методика сравнительной оценки научно-технического потенциала региона. *Экономика и управление*, 2021, № 3 (159), с. 62–66. <https://doi.org/10.34773/EU.2021.3.12>

Zadumkin K. A., Kondakov I. A. Comparative assessment methodology of the region's scientific and technical potential. *Economics and Management*, 2021, no. 3 (159), pp. 62–66. (In Russ.) <https://doi.org/10.34773/EU.2021.3.12>

Кетова К. В., Русяк И. Г., Вавилова Д. Д. Математическое моделирование и нейросетевое прогнозирование структуры и динамики человеческого капитала Российской Федерации. *Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика*, 2020, № 53, с. 13–24. <https://doi.org/10.17223/19988605/53/2>.

Ketova K. V., RUSYAK I. G., VAVILOVA D. D. Mathematical modeling and neural network prediction of the structure and dynamics of human capital of the Russian Federation. *Tomsk State University Journal of Control and Computer Science*, 2020, no. 53, pp. 13–24. (In Russ.) <https://doi.org/10.17223/19988605/53/2>.

Китова О. В., Савинова В. М., Дьяконова Л. П., Бондаренко Ю. О. Прогнозирование показателей туризма в регионах с угольной добычей: анализ возможностей с использованием информационно-аналитической системы «Горизонт». *Уголь*, 2023, № 11 (1173), с. 88–95. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-11-88-95>

Kitova O. V., Savinova V. M., Dyakonova L. P., Bondarenko Yu. O. Forecasting tourism indicators in regions with coal mining: analysis of opportunities using the Horizon information analytical system. *Russian coal journal. Ugol'*, 2023, no. 11 (1173), pp. 88–95. (In Russ.) <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-11-88-95>

Комков Н. И., Цукерман В. А., Горячевская Е. С. Анализ основных факторов инновационного развития регионов Арктической зоны РФ. *Проблемы прогнозирования*, 2019, № 1 (172), с. 33–40.

Komkov N. I., Tsukerman V. A., Goryachevskaya E. S. Analysis of the main factors of innovative development in the Arctic regions of Russia. *Studies on Russian Economic Development*, 2019, no. 1 (172), pp. 33–40. (In Russ.)

Кузнецова О. В. Рейтинг научно-технологического развития регионов: подходы, итоги, вызовы. *Проблемы прогнозирования*, 2023, № 4 (199), с. 94–103. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-199-94-103>

Kuznetsova O. V. Rating of scientific and technological development in regions: approaches, results, and challenges. *Studies on Russian Economic Development*, 2023, no. 4 (199), pp. 94–103. (In Russ.) <https://doi.org/10.47711/0868-6351-199-94-103>

Мазилев Е. А., Устинова К. А., Давыдова А. А., Климова Ю. О., Ильин В. А. *Формирование фондов поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности в регионах: состояние, задачи, механизмы реализации*. Вологда: ФГБУН ВолНЦ РАН, 2020. 43 с.

Mazilov E. A., Ustinova K. A., Davydova A. A., Klimova Iu. O., Ilyin V. A. *Formation of funds to support scientific, scientific-technical and innovative activities in the regions: state, tasks, implementation mechanisms*. Vologda: FGBUN VolNTs RAN, 2020. 43 p. (In Russ.)

Мыслякова Ю. Г. Индивидуализация стратегий научно-технологического развития экономики индустриальных регионов России с учетом наследственных детерминант. *Journal of Applied Economic Research*, 2022, т. 21, № 4, с. 685–707. <https://doi.org/10.15826/vestnik.2022.21.4.024>

Mysliakova Iu. G. Strategic individualization of scientific and technical development of the economy of industrial regions of Russia taking into account their hereditary determinants. *Journal of Applied Economic Research*, 2022, vol. 21, no. 4, pp. 685–707. (In Russ.) <https://doi.org/10.15826/vestnik.2022.21.4.024>

Руднева Н. И., Шпаковская В. С., Захарова О. И. Swot-анализ развития региональных территорий: вызовы, угрозы и факторы, влияющие на экономическую безопасность. *Наука и образование сегодня*, 2022. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/swot-analiz-razvitiya-regionalnyh-territoriy-vyzovy-ugrozy-i-factory-vliyayuschie-na-ekonomicheskuyu-bezopasnost> (дата обращения: 18.06.2025).

Rudneva N. I., Shpakovskaia V. S., Zakharova O. I. Swot analysis of regional territories development: challenges, threats and factors affecting economic security. *Science and education today*, 2022. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/swot-analiz-razvitiya-regionalnyh-territoriy-vyzovy-ugrozy-i-factory-vliyayuschie-na-ekonomicheskuyu-bezopasnost> (accessed: 18.06.2025). (In Russ.)

Светличная Д. А. Концепция региональной геоинформационной системы оценки и управления природно-ресурсным потенциалом региона. *БизнесИнформ*, 2012, № 11, с. 111–115. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-regionalnoy-geoinformatsionnoy-sistemy-otsenki-i-upravleniya-prirodno-resursnym-potentsialom-regiona> (дата обращения: 30.06.2025).

Svetlichnaia D. A. The concept of a regional geoinformation system for assessing and managing the natural resource potential of the region. *Business Inform*, 2012, no. 11, pp. 111–115. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-regionalnoy-geoinformatsionnoy-sistemy-otsenki-i-upravleniya-prirodno-resursnym-potentsialom-regiona> (accessed: 30.06.2025). (In Russ.)

Соколов А. В. Будущее науки и технологий: результаты исследования Дельфи. *Форсайт*, 2009, № 3 (11), с. 40–58. <https://doi.org/10.17323/1995-459X.2009.3.40.58>

Sokolov A. V. Future of S&T: Delphi Survey Results. *Foresight-Russia*, 2009, no. 3 (11), pp. 40–58. (In Russ.) <https://doi.org/10.17323/1995-459X.2009.3.40.58>

Трифонов Ю. В., Сочков А. Л., Соловьев А. Е. Оценка экономического потенциала регионов РФ на основе методологии нейросетевого кластерного анализа. *Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки*, 2021, № 3 (63), с. 38–47. https://doi.org/10.52452/18115942_2021_3_38

Trifonov Yu. V., Sochkov A. L., Solovyov A. E. Assessment of the economic potential of the regions of the Russian Federation based on the methodology of artificial neural network cluster analysis. *Vestnik of Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod. Social sciences*, 2021, no. 3 (63), pp. 38–47. (In Russ.) https://doi.org/10.52452/18115942_2021_3_38

Федорова Н. И., Климентьева А. Ю. Информационная поддержка принятия решений при формировании стратегии инновационного развития региона. *Кибернетика и программирование*. 2018. № 6. С. 98–109. <https://doi.org/10.25136/2306-4196.2018.6.27399>

Fedorova N. I., Klimentyeva A. Yu. *Information support for decision-making in the formation of a strategy for innovative development of a region. Cybernetics and programming*, no. 6, pp. 98–109. (In Russ.) <https://doi.org/10.25136/2306-4196.2018.6.27399>

Федотов Д. В., Семенкин Е. С. О прогнозировании экономических показателей с помощью нейроэволюционных моделей. *Сибирский аэрокосмический журнал*, 2014, № 5 (57), с. 299–304.

Fedotov D. V., Semenkin E. S. On forecasting economic indexes by means of neuroevolutionary models. *Vestnik SibGAU*, 2014, no. 5 (57), pp. 299–304. (In Russ.)

Шеломенцева В. П., Никитин Е. Б., Беспалый С. В., Ифутина Е. А. Использование метода «форсайт» для прогнозирования научно-технологического и экономического развития старопромышленного региона (на примере Павлодарской области республики Казахстан). *Вестник Омского университета. Серия: Экономика*, 2015, № 4, с. 242–248.

Shelomentseva V. P., Nikitin E. B., Bespaly S. V., Ifutina E. A. Using the "foresight" method to forecast the scientific, technological and economic development of an old industrial region (based on the Pavlodar region of the Republic of Kazakhstan). *Herald of Omsk University. Series "Economics"*, 2015, no. 4, pp. 242–248. (In Russ.)

Широв А. А., Гусев М. С., Саяпова А. Р., Янтовский А. А. Научно-технологическая компонента макроструктурного прогноза. *Проблемы прогнозирования*, 2016, № 6 (159), с. 3–17.

Shirov A. A., Gusev M. S., Saiapova A. R., Iantovskii A. A. Scientific and technological component of the macrostructural forecast. *Studies on Russian Economic Development*, 2016, no. 6 (159), pp. 3–17. (In Russ.)

Юйшань В. Инновационное развитие китайских регионов: опыт и рекомендации для России. *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*, 2021, т. 12, № 2, с. 145–159. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2021.12.2.145-159>

Iuishan' V. Innovative development of Chinese regions: experience and recommendations for Russia. *MIR (Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitie)*, 2021, vol. 12, no. 2, pp. 145–159. (In Russ.) <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2021.12.2.145-159>

Babkin A. V., Karlina E. P., Epifanova N. S. Neural networks as a tool of forecasting of socioeconomic systems strategic development. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2015, vol. 207, pp. 274–279. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.10.096>

Bengisu M., Nekhili R. Forecasting emerging technologies with the aid of science and technology databases. *Technological Forecasting and Social Change*, 2006, vol. 73, no. 7, pp. 835–844. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.09.001>

Ghaith Z., Kulshreshtha S., Natcher D., Cameron B. T. Regional computable general equilibrium models: A review. *Journal of Policy Modeling*, 2021, vol. 43, no. 3, pp. 710–724. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2021.03.005>

Jin N. et al. Highly accurate energy consumption forecasting model based on parallel LSTM neural networks. *Advanced Engineering Informatics*, 2022, vol. 51, p. 101442. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101442>

Kitova O. V. et al. Hybrid intelligent system of forecasting of the socioeconomic development of the country. *International Journal of Applied Business and Economic Research*, 2016, vol. 14, no. 9, pp. 5755–5766.

Pazikadin A. R. et al. Solar irradiance measurement instrumentation and power solar generation forecasting based on Artificial Neural Networks (ANN): A review of five years research trend. *Science of the Total Environment*, 2020, vol. 715, p. 136848. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136848>

Qiu J., Wang B., Zhou C. Forecasting stock prices with long-short term memory neural network based on attention mechanism. *PLOS ONE*, 2020, vol. 15, no. 1. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227222>

Zhang Q., Abdullah A. R., Chong C. W., Ali M. H. A. Study on regional GDP forecasting analysis based on Radial Basis Function Neural Network with Genetic Algorithm (RBFNN-GA) for Shandong economy. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, vol. 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8235308>

Сведения об авторе

Мария Андреевна Солдатова – ассистент; <https://orcid.org/0009-0008-6245-4792>, marysokol2421@gmail.com, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева (49, ул. Тимирязевская, 127434 Москва, Россия); **Maria A. Soldatova** – Assistant Lecturer; <https://orcid.org/0009-0008-6245-4792>, marysokol2421@gmail.com, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, ul. Timiryazevskaya, 127434 Moscow, Russia).

Статья поступила в редакцию 05.08.2025; одобрена после рецензирования 17.09.2025; принята к публикации 01.10.2025.

The article was submitted 05.08.2025; Approved after reviewing 17.09.2025; Accepted for publication 01.10.2025.