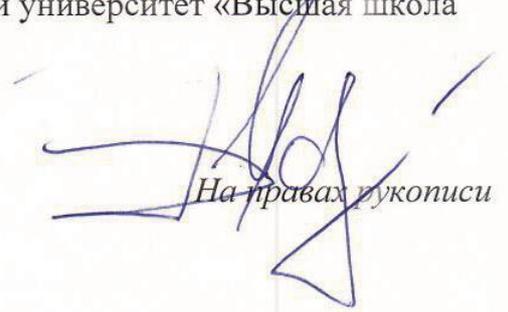


Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»



На правах рукописи

Максименко Даниил Дмитриевич

**МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНОГО ВЫБОРА ЛОКАЦИИ ДЛЯ КОМПАНИЙ
ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО БИЗНЕСА НА ТЕРРИТОРИИ РЕГИОНОВ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Специальность 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика
(региональная экономика)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель:
доктор экономических наук, профессор
Фонотов Андрей Георгиевич

Москва – 2024

Работа выполнена в Институте статистических исследований и экономики знаний Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Научный руководитель: **Фонотов Андрей Георгиевич**, доктор экономических наук, профессор-исследователь департамента политики и управления факультета социальных наук НИУ ВШЭ

Официальные оппоненты: **Мусаев Расул Абдуллаевич**, доктор экономических наук, профессор кафедры макроэкономической политики и стратегического управления Экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

Попадюк Никита Кириллович, доктор экономических наук, профессор кафедры Государственного и муниципального управления факультета Высшая школа управления Финансового университета при Правительстве Российской Федерации

Ведущая организация: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук**

Защита состоится «26» декабря 2024 года в 16 часов на заседании диссертационного совета 75.1.060.01, созданного на базе АО «Институт региональных экономических исследований» по адресу: 119002, Российская Федерация, г. Москва, пер. Сивцев Вражек, 29/16, зал заседаний.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке АО «Институт региональных экономических исследований» и на сайте организации (<http://www.irei.ru/>).

Автореферат разослан «___» _____ 2024 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета 75.1.060.01
кандидат экономических наук



Кабалинский А.И.

Общая характеристика работы

Актуальность темы диссертационного исследования¹. Размещение производства оказывает большое влияние на его дальнейшую деятельность на каждом этапе жизненного цикла. Выбор производственной площадки является одним из первых стратегических решений для предприятия, он определяет параметры доступности рынков сбыта, трудовых и производственных ресурсов, немалую часть операционных расходов, существенно влияет на себестоимость продукции. В случае с высокотехнологичными предприятиями (ВТП) вопрос размещения стоит еще более остро, так как для таких предприятий важен доступ к ряду специфических ресурсов, например, к рынку высококвалифицированных кадров, научной инфраструктуре и т.д.

Одним из последствий санкционного давления на Россию со стороны ключевых игроков на рынке высокотехнологичной продукции (США, Германия, Япония), которое привело к разрыву торгово-экономических связей с рядом зарубежных стран, нарушению цепочек поставок, закрытию ряда производств, стало существенное повышение актуальности задач развития отечественной промышленности. В настоящее время локальные перебои зарубежных поставок преодолеваются путем расширения товарной номенклатуры импорта из дружественных стран или параллельного импорта.

¹ Диссертация содержит фрагменты исследований, опубликованных автором в виде научных статей, включая, но не ограничиваясь: Максименко Д. Д. Актуальные факторы размещения высокотехнологичных производств в России // Региональные исследования. 2023. № 4. С. 29–40; Михайлов А. С. и др. Научно-инновационная динамика развития Северо-Запада России в условиях геополитических перемен // Балтийский регион. 2023. Т. 15, №. 4. С. 79–103; Mikhaylova A. et al. Geoinformation representation of maritime knowledge flows: new frontiers of coastalization // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2022. Vol. 1087, No. 1. P. 012038; Maximenko D., Maximenko M. GIS for location planning of banks' physical networks // Regional Studies, Regional Science. 2021. Vol. 8, No. 1. P. 362–365; НИР «Разработка интерактивной платформы по оценке состояния ключевых отраслей экономики с применением альтернативных источников статистики»; квалификационных работ “Location factors of high technological business in Moscow” и «Факторы размещения малых инновационных предприятий в Российской Федерации».

Однако для обеспечения технологического суверенитета в среднесрочной перспективе и наращивания объема отечественных высокотехнологичных товаров и услуг в полтора раза к 2030 году в соответствии с "Перечнем поручений по реализации Послания Президента Федеральному Собранию" (утв. Президентом РФ 30.03.2024) необходимо появление новых и развитие существующих центров высокотехнологичной промышленности, что является серьезным вызовом как для федеральных, так и для региональных властей.

Среди прочего для решения этих задач требуется оценка потенциала территории и формирование алгоритмов принятия решений для размещения производств на основе анализа факторов размещения, релевантных, с одной стороны, специфике сектора высоких технологий, а с другой – связанных с особенностями социально-экономического и историко-географического развития регионов России, а также современными технологическими и стратегическими вызовами.

На фоне стремительной цифровизации российской экономики существенно расширяется перечень информационных источников (как государственных, так и частных) для анализа актуальной территориальной структуры и потенциальных факторов размещения высокотехнологичных производств. Развитие государственных информационных систем в рамках Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», а также реализация государственной программы «Национальная система пространственных данных» позволяют проектировать цифровые инструменты для поддержки принятия решений при выборе оптимальной локации для ВТП на всей территории страны.

Степень научной разработанности темы диссертации. Одним из ключевых элементов при выборе локации предприятия являются факторы размещения – наиболее важные контекстные условия для развития бизнеса на определенной территории. Анализ факторов размещения проводится в научных и практических работах со времени Второй промышленной революции (конец XIX –

начало XX вв.) [2], когда взаиморазмещение производительных сил и ресурсов стало особенно серьезно влиять на успех предприятий.

Сам набор факторов эволюционировал с развитием производственных и рыночных отношений, появлением новых отраслей промышленности, усложнением организационных структур предприятий и их обособлением, повышением требований к условиям труда со стороны квалифицированного персонала и т.д.

Как итог первоначальные математические задачи оптимального размещения производств по отношению к рынку и ресурсной базе конца XIX в. на современном этапе сменились сложными мультимасштабными исследованиями, изучающими самый широкий набор факторов (от «классических» факторов наличия трудовых ресурсов и доступа к рынку до культурных и институциональных) как на уровне стран и макрорегионов, так и конкретных локаций внутри населенных пунктов.

Одной из первых и наиболее известных работ по изучению факторов размещения является «Изолированное государство» Иоганна фон Тюнена [3] (первоиздание от 1826 г.). Несмотря на свою простоту, концепция фон Тюнена стала прорывной для своего времени и сформировала почву для последующих исследований (в том числе и современных). Работа наглядно показывает, что размещение предприятия может отражаться на его эффективности (рента от размещения).

Дальнейшее развитие теория размещения получила в конце XIX – начале XX в. в Германии, где в продолжение идей фон Тюнена на фоне развития тяжелой промышленности и транспортной инфраструктуры ученые начали применять математические методы для обоснования размещения производств с целью снижения издержек [4].

² Weber A., Friedrich C. J. Alfred Weber's theory of the location of industries. – University of Chicago Press, 1929.

³ Von Thünen J. H. Isolated state: an English edition of Der isolierte Staat. – Pergamon Press, 1966.

⁴ Weber A., Friedrich C. J. Alfred Weber's theory of the location of industries. – University of Chicago Press, 1929.

В 1930-х гг. комплексные работы Вальтера Кристаллера и Августа Леша формируют теорию центральных мест и теорию экономики размещения [5,6]. Эти направления ставили своей целью формирование оптимальных иерархических структур размещения предприятий на основе параметров рынков сбыта и транспортной сети.

В 1950–1960-е гг. изучение теории размещения активно развивается в англосаксонской науке. Наиболее значительными становятся исследования американских ученых, преследовавших прикладные цели размещения при изучении данного направления [7].

Параллельно развивался позитивистский подход в анализе размещения. Уолтер Айзард – один из наиболее известных ученых, проводивших количественные исследования размещения в 1950-х. В том или ином виде, базируясь на концепциях Вебера, в работе «Размещение и пространственная экономика» [8] он представляет субституционный подход к размещению предприятий.

Советская география в свою очередь также развивала собственные концепции выбора локации, исходя из особенностей плановой экономики: задачи размещения решались в рамках советской районной школы. В своих работах [9,10,11] советские ученые использовали деление страны на районы – цельные территориальные общности, связанные природными и социально-экономическими факторами.

В 1970–1990-х гг. теория размещения нашла развитие в обширном перечне научных школ и направлений, адаптируя подходы поведенческих наук,

⁵ Losch A. et al. Economics of location. – 1954.

⁶ Christaller W., Baskin C. W. Central places in southern Germany //(No Title). – 1966.

⁷ Hoover E. M. The location of economic activity. McGraw-Hill Book Co //New York. – 1948.

⁸ Isard W. Location and space-economy. – 1956.

⁹ Хрущев А. Т. География промышленности СССР. – 1986.

¹⁰ Колосовский Н. Н. К вопросу об экономическом районировании //Пространственная экономика. – 2009. – №. 1. – С. 102-123.

¹¹ Саушкин Ю. Г., Калашникова Т. М. Основные экономические районы СССР //Вопросы географии. – 1959. – №. 47. – С. 42-73.

урбанистики и т.д. [84] Наиболее влиятельным направлением этого периода является новая экономическая география (НЭГ) [12,13,14].

В современных работах по размещению предприятий [15,16,17] рассматривается широкий список различных показателей, используя методы из географии (региональный и картографический анализ), экономики (эконометрические методы), социологии (опросы).

Размещения высокотехнологичных и инновационных предприятий – одна из наиболее распространенных тем исследований теории размещения [18,19,20]. Высокотехнологичный бизнес формирует специфические требования к ресурсной базе территории – в первую очередь для ВТП важны качественные характеристики факторов размещения (трудовых ресурсов, социальной сферы).

Несмотря на достаточно высокую степень изученности темы анализа территориальных особенностей развития высокотехнологичного бизнеса [21,22] в России и за рубежом, недостаточно проработанным остается вопрос анализа факторов размещения высокотехнологичных производств. Кроме этого, в российском научном пространстве вопросы размещения анализируются на уровне регионов, что представляется недостаточным на фоне их географических масштабов и существования внутрирегиональных особенностей территорий,

¹² Krugman P. The role of geography in development //International regional science review. – 1999. – Т. 22. – №. 2. – С. 142-161.

¹³ Fujita M. Thünen and the new economic geography //Regional Science and Urban Economics. – 2012. – Т. 42. – №. 6. – С. 907-912.

¹⁴ Fujita M., Thisse J. F. Economics of agglomeration //Journal of the Japanese and international economies. – 1996. – Т. 10. – №. 4. – С. 339-378.

¹⁵ Arauzo-Carod J. M., Liviano-Solis D., Manjón-Antolín M. Empirical studies in industrial location: An assessment of their methods and results //Journal of regional Science. – 2010. – Т. 50. – №. 3. – С. 685-711.

¹⁶ Audretsch D. B., Lehmann E. E., Warning S. University spillovers and new firm location //Universities and the Entrepreneurial Ecosystem. – Edward Elgar Publishing, 2017. – С. 87-96.

¹⁷ Chen L., Olhager J., Tang O. Manufacturing facility location and sustainability: A literature review and research agenda //International Journal of Production Economics. – 2014. – Т. 149. – С. 154-163.

¹⁸ Johansson, B., & Löf, H. (2008). Innovation activities explained by firm attributes and location. *Econ. Innov. New Techn.*, 17(6), 533-552.

¹⁹ Kaufmann D. et al. The role of location and regional networks for biotechnology firms in Israel //European Planning Studies. – 2003. – Т. 11. – №. 7. – С. 823-840.

²⁰ Kenney M., Patton D. Supporting the High-Technology Entrepreneur: Support Network Geographies for Semiconductor, Telecommunications Equipment, and Biotechnology Start-ups. – 2004.

²¹ Земцов С. и др. Потенциальные высокотехнологичные кластеры в российских регионах: от текущей политики к новым точкам роста //Форсайт. – 2016. – Т. 10. – №. 3. – С. 34-52.

²² Malecki E. J. Industrial location and corporate organization in high technology industries //Economic Geography. – 1985. – Т. 61. – №. 4. – С. 345-369.

информационная база исследований зачастую ограничена данными официальной статистики.

Объектом исследования являются территориальные системы размещения высокотехнологичных предприятий. Под высокотехнологичными предприятиями в работе подразумеваются компании с основными ОКВЭД2 21 (фармацевтика) и 26 (электроника), 20 (химия), 27 (электрооборудование), 28 (машины), 29 (автотранспорт)*.

Диссертационное исследование выполнено в соответствии со следующими пунктами Паспорта научной специальности 5.2.3. «Региональная и отраслевая экономика (региональная экономика)»:

1.2. «Пространственная организация национальной экономики. Пространственное распределение экономических ресурсов» в части оценки актуальной территориальной структуры и факторов размещения высокотехнологичных предприятий;

1.16. «Оценка и прогнозирование перспектив развития региональных экономических систем» в части формирования методики для оценки потенциала территорий с целью размещения новых высокотехнологичных предприятий.

Предметом исследования являются факторы, влияющие на размещение высокотехнологичных предприятий, и методы их учета при выборе локации.

Среди ключевых гипотез исследования – превалирование влияния факторов научно-образовательной среды в перечне основных факторов размещения ВТП и важная роль особых экономических зон при выборе локации.

Цель и задачи исследования. Цель диссертационного исследования – разработка системы методов и инструментов для оценки благоприятности локации для высокотехнологичного предприятия на территории регионов России.

В ключевые задачи исследования входят:

* То есть в периметр анализа наряду с высокотехнологичными включены среднетехнологичные предприятия высокого уровня на уровне второго знака ОКВЭД2

1) анализ научных источников по теме теории размещения с целью формирования перечня факторов размещения, релевантных для высокотехнологичного бизнеса и методов выбора локации;

2) подготовка информационно-аналитической базы для выбора локации с использованием микро- и пространственных данных, а также инструментов бизнес-аналитики;

3) изучение актуальной конфигурации размещения высокотехнологичного бизнеса и формирование типологии стратегических решений при выборе локации;

4) формирование алгоритма выбора локации для высокотехнологичного бизнеса, в том числе с использованием инструментов машинного обучения.

Методология исследования. Методологически исследование делится на несколько последовательных этапов. На первом был проведен библиографический анализ литературы, посвященной тематике размещения бизнеса, факторам размещения и современным инструментам анализа размещения предприятий.

На основе библиографического анализа сформирован массив факторов, актуальных для анализа размещения ВТП, рассмотрена возможность количественного анализа факторов на основе доступных в России наборов данных. Кроме того, проведен историко-экономический и историко-географический анализ драйверов размещения ВТП в России и за рубежом.

В ходе исследования изучены инструменты и методы, применяемые при анализе размещения и выборе локации академическим и бизнес-сообществом. Была подготовлена географическая карта конфигурации высокотехнологичного комплекса России с использованием микроданных финансовой отчетности высокотехнологичных предприятий. Анализ ареалов размещения предприятий, а также примеров функционирования отдельных площадок позволил сформировать типологию бизнеса по основным мотивам выбора локации в формате архетипов.

Работа с большими массивами микроданных, а также пространственной информации позволила сформировать пошаговый алгоритм создания интерактивной платформы поддержки принятия решений как одного из возможных вариантов оптимизации экспертной работы.

На основе предшествующих этапов сформирована модель машинного обучения, оценивающая потенциал территории для размещения высокотехнологичных предприятий на основе квантифицированных факторов размещения на уровне муниципалитетов и крупных агломераций. Выявлены факторы размещения, имеющие наибольший вес при моделировании.

По результатам исследования и апробации различных методов выбора локации подготовлена концептуальная модель действий при оценке потенциала территории для размещения ВТП.

Научная новизна. Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке системного подхода к анализу факторов размещения высокотехнологичных предприятий и его адаптации в рамках создания инструментов поддержки принятия управленческих решений при планировании привлечения ВТП на территорию региональными и федеральными органами власти. Новизна раскрывается в следующих положениях, выносимых на защиту:

1. Выявлены факторы размещения, наиболее применимые для анализа территориальной структуры высокотехнологичных предприятий;
2. Выявлены ключевые ареалы размещения ВТП на основе визуализации пространственных данных. Выделены архетипичные стратегии размещения предприятий российского высокотехнологичного сектора;
3. Разработан и апробирован подход к интеграции микроданных из разных источников на базе платформы бизнес-аналитики для решения задач размещения высокотехнологичных предприятий в России;
4. Разработана и апробирована модель машинного обучения для решения задач размещения высокотехнологичных предприятий на уровне муниципалитетов и крупных агломераций;
5. Сформирован алгоритм принятия решений о размещении предприятий, использующий последовательное применение апробированных методологических инструментов. Сформировано несколько модульных подходов к решению вопросов размещения.

Теоретическая значимость диссертационного исследования.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке междисциплинарного системного подхода к анализу факторов и методов выбора локации высокотехнологичных предприятий.

В современной российской экономической и географической повестке вопрос факторов размещения рассмотрен недостаточно подробно, особенно в приложении к высокотехнологичному комплексу; работы по теме в основном базируются на данных регионального масштаба, из-за чего малоизученной остается внутри- и межрегиональная специфика.

Анализ ареалов распространения высокотехнологичных предприятий позволяет выделить отдельные факторы размещения, актуальные для ВТП России на текущий момент. Во многом выявленные факторы соотносятся или дополняют выводы, описанные в классических и современных работах [24,25,26] по размещению производств (центр - периферийный разрыв, наличие «эффекта колеи», значимость специальных экономико-производственных зон). Однако также выявлен малоизученный фактор обслуживающей функции высокотехнологичных предприятий по отношению к менее технологичным отраслям локальной специализации (нефтегазовому сектору, металлургии, энергетике и т.д.), который формирует новые центры развития ВТП, снижая территориальные диспропорции развития высокотехнологичного сектора.

Практическая значимость исследования. Практическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке алгоритмов принятия решений и оценке значимости отдельных факторов размещения ВТП. Результаты исследования могут быть востребованы как со стороны государственной власти для оценки потенциала и поиска решений для развития высокотехнологичных

²⁴ Кузнецова О. В., Бобровский Р. О. Факторы размещения фармацевтических предприятий на примере крупнейших фармкомпаний России //Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2022. – Т. 86. – №. 2. – С. 168-178.

²⁵ Krugman P. Urban concentration: the role of increasing returns and transport costs //International Regional Science Review. – 1996. – Т. 19. – №. 1-2. – С. 5-30.

²⁶ Wu J. et al. Economic transition and changing location of manufacturing industry in China: A study of the Yangtze River Delta //Sustainability. – 2018. – Т. 10. – №. 8. – С. 2624.

предприятий на территории, так и со стороны бизнеса для формирования набора локаций, привлекательных для размещения предприятий.

Таким образом, результаты диссертационного исследования в первую очередь актуальны для ФОИВов и РОИВов с позиций анализа пространственных сдвигов размещения ВТП с целью подготовки, имплементации и мониторинга стимулирующих решений для расширения присутствия ВТП на территории. Также разработки в рамках диссертации могут быть полезны крупному бизнесу (в том числе компании с государственным участием): апробированные в работе сочетания методических подходов позволяют выстраивать стратегию размещения региональной сети компании, основанную на данных, что потенциально снижает риск принятия ошибочных управленческих решений.

Объективность и достоверность. Среди прочего работа основывается на объективных микроданных финансовой отчетности предприятий, базах открытых данных с доступным набором метаданных. По ходу работы прописаны вероятные ограничения в использовании информационных источников, периметре и методологии исследования. Исследовательские выводы и методологические подходы, сформированные по ходу подготовки диссертации, валидированы в рамках процесса рецензирования статей автора, написанных во время исследовательской работы в рамках аспирантуры.

Апробация результатов диссертационного исследования. В первую очередь апробация промежуточных материалов исследования осуществлялась в рамках подготовки научных статей:

- 1) Максименко Д. Д. Актуальные факторы размещения высокотехнологичных производств в России // Региональные исследования. 2023. № 4. С. 29–40, (ВАК К1). В статье проводится анализ факторов размещения, актуальных для высокотехнологичных предприятий в России, а также рассматривается территориальная структура ВТП, выявляются типичные стратегии размещения подобных предприятий;
- 2) Maximenko D., Maximenko M. GIS for location planning of banks' physical networks // Regional Studies, Regional Science. 2021. Vol. 8, No. 1. P. 362–365,

(Scopus Q2 в рубрике “Economics and Econometrics”). В статье рассматривается применимость использования инструментов пространственного анализа и ГИС для научно-практических задач размещения, вклад автора – 50%;

- 3) Михайлов А. С., Максименко Д. Д. и др. Научно-инновационная динамика развития Северо-Запада России в условиях геополитических перемен // Балтийский регион. 2023. Т. 15, № 4. С. 79–103, (ВАК К1). В работе анализируются глобальные изменения в научно-технологической повестке на фоне изменения структуры стран - партнеров России, апробируется использование данных ЕГИСУ НИОКТР для мониторинга научно-практического ландшафта регионов, вклад автора – 25%;
- 4) Михайлов А. С., Максименко Д. Д., Максименко М. Р. Пространственные и структурные закономерности в распределении научно-технологической, инновационной и производственной деятельности в России // Балтийский регион. 2024. Т. 16. № 2. С. 41–62, (ВАК К1). В работе исследуется система связей инновационного, научного и производственного потенциала регионов России, вклад автора – 33%.
- 5) Mikhaylov A., Mikhaylova A., Maximenko D., Maximenko M., Hvalej D. Coastal regions in the geography of innovation activity: a comparative assessment of marine basins // Geographica Pannonica. 2022. Vol. 26, No. 4. P. 345–355, (Scopus Q2 в рубрике “Geography, Planning and Development”). В работе анализируется влияние прибрежного и приграничного положения на научно-исследовательский потенциал территории, вклад автора – 25%;
- 6) Mikhaylova A., Maximenko D. et al. Geoinformation representation of maritime knowledge flows: new frontiers of coastalization // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2022. Vol. 1087, No. 1. P. 012038. В статье рассматривается территориальная структура системы трансфера знаний с применением визуализации в формате карты потоков – 25%.

Наработки, подготовленные в ходе исследования, также были представлены на российских и международных конференциях:

- 1) II Международный статистический форум СНГ: новые технологии и источники данных в статистике, 2024 год, Ташкент «Разработка интерактивной платформы по оценке состояния ключевых отраслей экономики с применением альтернативных источников статистики» (докладчик);
- 2) XXIII Апрельская конференция, 2022 год, Москва. Д. Д. Максименко, М. Р. Максименко «Разработка базы микроданных государственных закупок лекарственных средств для анализа фармацевтических рынков в России» (докладчик);
- 3) XXIV Апрельская конференция, 2023 год, Москва. Д. Д. Максименко, М. Р. Максименко «Использование микроданных для анализа науки и технологий: пример России» (докладчик);
- 4) IWEG 2022, 2022 год, Циндао. Mikhaylova A., Maksimenko D., Hvalej D., Mikhailov A., Maksimenko M. Geoinformation representation of maritime knowledge flows: new frontiers of coastalization.

Помимо научных статей и выступлений на конференциях, в ходе подготовки диссертационного исследования: сбора данных и апробации методологического аппарата, были подготовлены четыре внутренних результата интеллектуальной деятельности (РИД) НИУ ВШЭ:

- 1) РИД № 8.0231-2022 «Методика выгрузки и агрегирования пространственных данных (в том числе на основе адресов организаций) с применением ГИС-инструментов на примере закупок лекарственных средств», вклад автора – 25%;
- 2) РИД № 8.0127-2023 «Методология сбора и предобработки первичных микроданных для анализа отраслей реального сектора экономики», вклад автора – 25%;
- 3) РИД № 8.0126-2023 «Разработка архитектуры баз данных для специализированных отраслевых аналитических платформ», вклад автора – 25%;

- 4) РИД № 8.0128-2023 «Формирование интерактивной платформы отраслевой аналитики на облачной платформе», вклад автора – 25%.

Сформированные в диссертации подходы по созданию системы поддержки принятия решений для размещения бизнеса были использованы при подготовке научно-исследовательской работы (НИР) «Разработка интерактивной платформы по оценке состояния ключевых отраслей экономики с применением альтернативных источников статистики», вклад автора – 25%.

Структура и объем диссертации. Диссертационное исследование состоит из введения, трех глав, включающих одиннадцать разделов, заключения, списка литературы и приложения с результатами моделирования. Основные разделы посвящены:

- 1) литературному анализу, а также обзору российского и международного опыта выбора локации для высокотехнологичных предприятий, оценке значимости отдельных групп факторов размещения по отношению к ВТП;
- 2) использованию микро- и пространственных данных для формирования систем поддержки принятия решений о размещении бизнеса;
- 3) картированию ВТП на основе данных корпоративной отчетности и анализу архетипичных стратегий размещения предприятий в России;
- 4) апробации использования машинного обучения для решения задач оценки потенциала территории для выбора локации и формированию концептуальной модели действий при выборе локации.

Общий объем работы – 127 страниц без учета приложения.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Выявлены факторы размещения, наиболее применимые для анализа территориальной структуры высокотехнологичных предприятий.

Анализ современной литературы по теме размещения бизнеса и ВТП в частности, а также изучение советского, российского и зарубежного опыта развития высокотехнологичных предприятий позволили сформировать перечень

факторов размещения, релевантных для технологичных предприятий (Таблица 2), а также сформулировать несколько важных для диссертационного исследования тезисов.

Во-первых, прорыв, вызванный увеличением доступности корпоративных микроданных, а также различных открытых данныхкратно увеличил возможности количественного анализа влияния факторов размещения предприятий и степень его валидности. Исследования показывают широту инструментария, который возможно применить для подробного анализа темы размещения, включая методы продвинутой эконометрики и машинного обучения. Однако необходимо учитывать мультимасштабную природу вопроса о размещении производства: факторы важные для микроуровня могут не работать в масштабе региона или страны, неоднороден и доступ к данным на разных уровнях приближения.

Во-вторых, изученные работы подтверждают высокую роль научно-образовательной инфраструктуры при выборе локации высокотехнологичным бизнесом как из-за фактора доступа к наиболее квалифицированным кадрам, так и вследствие феномена перетока знаний. В связи с этим в ходе исследования был подготовлен большой объем пространственных данных о научной и образовательной деятельности в России (объем и тематика выполнения научно-исследовательских работ в разрезе организаций, численность студентов вузов по направлениям и т.д.) для дальнейшего моделирования.

В-третьих, в современных работах подчеркивается привлекательность территорий с особым статусом (особых экономических зон, научных и технологических парков, формализованных кластеров) для высокотехнологичного бизнеса в странах – технологических лидерах. Это наблюдение актуально и для российского бизнеса, причем оно подтверждается результатами количественного анализа, проведенного в ходе исследования.

Таблица 2 – Факторы размещения бизнеса

Группа факторов	Факторы и контекстные объекты	Актуальность для высокотехнологичных производств	Актуальность для России*	Квантификация
<i>Научная инфраструктура</i>	Университеты	Возникновение перетоков знаний, рекрутинг квалифицированных кадров, трансфер технологий	Высокая	Данные мониторинга высшего образования
	Исследовательские институты		Высокая	Данные ЕГИСУ НИОКТР
	Бюро НИОКР		Высокая	
<i>Человеческий капитал и качество жизни</i>	Уровень заработной платы	Генерация и привлечение квалифицированных трудовых ресурсов	Высокая	Данные Росстата
	Уровень преступности		Средняя	Портал правовой информации
	Стоимость жизни		Средняя	Данные Росстата
	Рекреационная инфраструктура		Средняя	Данные Open Street Мар
	Медицинская инфраструктура		Средняя	Данные Росздравнадзора
	Образовательная среда		Средняя	Данные мониторинга высшего образования/данные рейтингового агентства RAEX/данные Министерства культуры России
<i>Производственная и логистическая инфраструктура</i>	Технопарки, гринфилды и браунфилды	Удобство развертывания производства, сокращение издержек и кооперация поставок	Высокая	Данные Минпромторга России
	Транспортная инфраструктура		Высокая	Данные Open Street Мар
	Инженерная инфраструктура		Высокая	Данные Open Street Мар
	Стоимость недвижимости		Средняя	Данные отраслевых агрегаторов (ЦИАН)
	Стоимость воды, электроэнергии и др.		Средняя	
<i>Средовые факторы</i>	Социально-экономическое состояние территории	Привлекательность территории для инвестиций и ведения бизнеса	Высокая	Данные Росстата
	Институциональная среда		Средняя	
	Банковский сектор		Низкая	Данные портала Банки.ру

* На основе авторских оценок, пояснение к каждой представлено в полном тексте диссертации

	Венчурный капитал		Низкая	
	Патентная активность		Низкая	Данные Роспатента
	Затраты на НИОКР		Средняя	ЕГИСУ НИОКТР
	Налоговый режим		Низкая	
	Политические факторы		Низкая	
	Специальные экономические зоны		Высокая	Данные Министерства экономического развития России
	Защита РИД		Низкая	Данные Роспатента
<i>Взаиморазмещение бизнеса</i>	Поставщики и покупатели продукции	Формирование синергетического эффекта, снижение издержек, доступ к рынкам	Средняя	–
	Конкурентная среда		Средняя	Данные Спарк-Интерфакс
	Диверсификация бизнеса		Средняя	Данные Спарк-Интерфакс
	Наличие кластеров		Высокая	Данные Российской кластерной обсерватории
	Деятельность ТНК		Средняя	Данные Спарк-Интерфакс
	Положение по отношению/внутри агломерации		Высокая	Данные Open Street Map
<i>Прочие факторы</i>	Природные риски	Оценка рисков при принятии решений о размещении дорогостоящих производственных мощностей	Низкая	
	Экологическое состояние территории		Низкая	
	Климатические условия	Фактор при выборе места жительства для высококвалифицированных кадров	Средняя	WorldClim
	Приграничное/прибрежное положение	Получение преференций от межгосударственного/межкультурного сотрудничества, локализации экономической активности и развитой инфраструктуры	Средняя	Данные Open Street Map

Источник: составлено автором.

2. Выявлены ключевые ареалы размещения ВТП на основе визуализации пространственных данных. Выделены архетипичные стратегии размещения предприятий российского высокотехнологического сектора.

Для формирования качественных выводов об особенностях размещения предприятий была проанализирована база геоданных, включающая информацию о размещении и ключевых характеристиках высокотехнологичных производств и релевантных факторах размещения (Рисунок 1). Выявленные типичные закономерности размещения (Таблица 2) были рассмотрены на примерах конкретных предприятий и/или муниципальных образований.

Качественный анализ размещения высокотехнологического бизнеса указывает на наличие таких факторов выбора локации, которые, во-первых, подробно не рассмотрены в научных работах (например, влияние опорной для территории отрасли), а во-вторых, крайне сложно (либо невозможно) отразить на уровне нескольких отраслей в масштабе всей страны.

Таблица 2 – Результаты качественного анализа размещения высокотехнологического бизнеса.

Архетип стратегии размещения предприятия	Ключевые факторы размещения
<i>Агломерационная</i>	Доступ к кадрам, рынку сбыта, транспортной инфраструктуре и другим преимуществам агломерации
<i>Эволюционная</i>	Развитый промышленный комплекс, унаследованный со времен СССР
<i>Симбиотическая</i>	Близость к крупным промышленным площадкам комплементарной отрасли
<i>Сервисная</i>	Близость к крупным промышленным предприятиям низко- и среднетехнологического уровня
<i>Инкубационная</i>	Близость к зонам с особым экономическим статусом, подготовленной инфраструктурой

Источник: составлено автором

В первую очередь подразумевается критическое влияние фактора реликтовых промышленных площадок. Дробление, реорганизация и переформатирование советских промышленных площадок не позволяет выявить их ни по атласам промышленности СССР, ни по современным базам данных корпоративной отчетности (что связано с юридическим переоформлением большинства предприятий и невозможностью определения их возраста без архивного поиска документов).

Кроме того, при переходе к анализу размещения на микроуровне существуют объективные факторы, снижающие число потенциальных локаций из-за ограниченного числа помещений и земельных участков, экологических и технико-экономических особенностей производств и т.д. Таким образом, при проведении практикоориентированных изысканий по выбору локации для бизнеса, экспертное знание для валидации работы количественных методов и конечного выбора локации является безальтернативным.

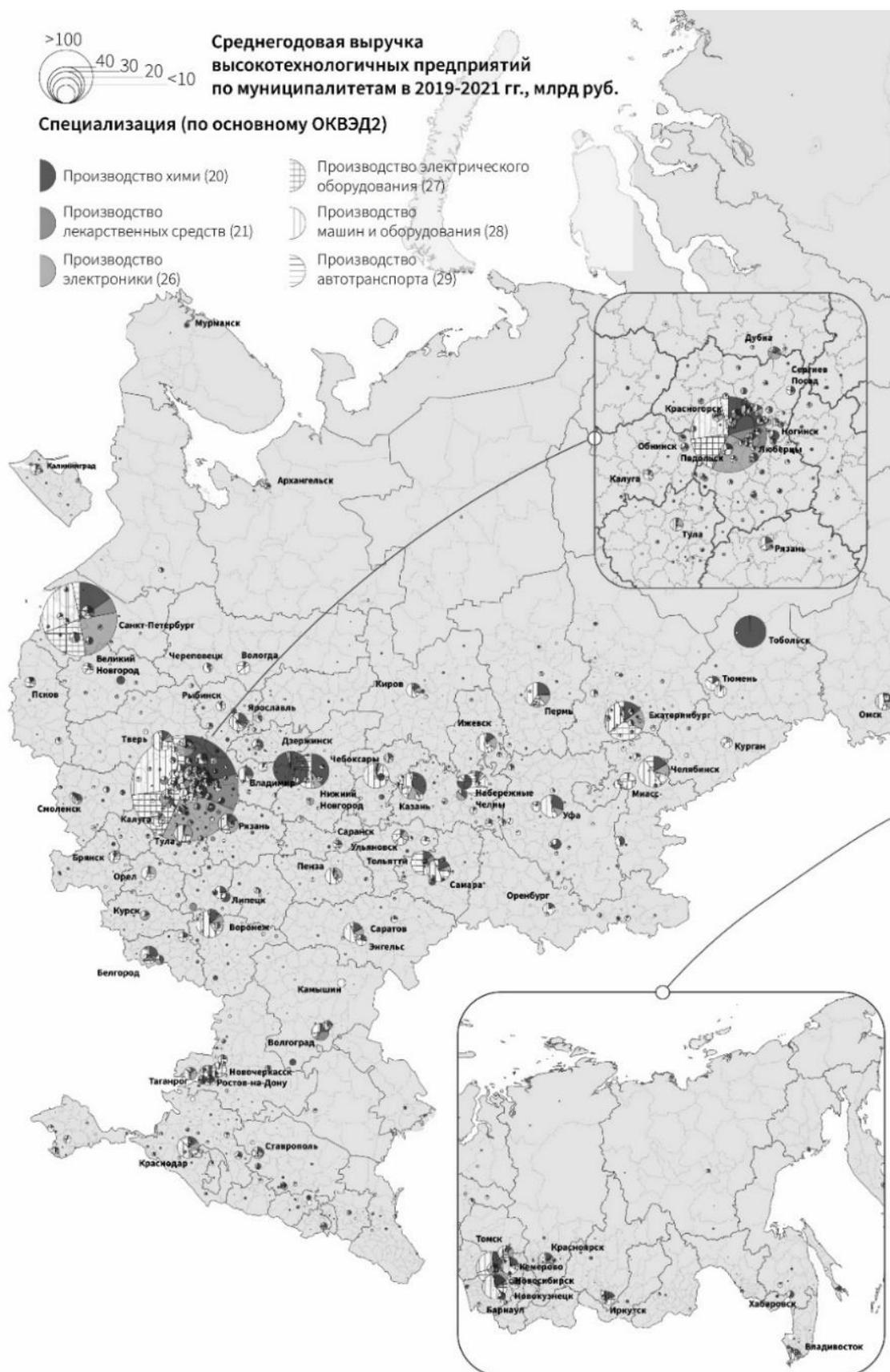


Рисунок 1 – Локация высокотехнологичных предприятий на уровне муниципалитетов по состоянию на январь 2022 года.

Источник: составлено автором на основе данных БД СПАРК.

3. Разработан и апробирован подход к интеграции микроданных из разных источников на базе платформы бизнес-аналитики для решения задач размещения высокотехнологичных предприятий в России.

Развитие концепции открытых данных, распространение микро- и пространственных данных позволяет решать задачи размещения производств с недоступной ранее пространственной точностью. Оценка доступных в открытом доступе баз данных показывает, что их содержание закрывает потребность в большей части информации как о высокотехнологичных предприятиях, так и о факторах их размещения.

В качестве одного из путей оптимизации при работе с задачами размещения рассматривается построение системы поддержки принятия решений на основе открытых данных, включая пространственные индикаторы. В рамках исследования было апробировано формирование СППР на основе решения Yandex DataLens для визуализации факторов размещения: научной инфраструктуры, инфраструктуры водного транспорта и рынка фармацевтической продукции.

Результаты апробации позволяют судить о возможности реализации комплексных решений по агрегированию данных из разных источников для поддержки принятия решения о выборе потенциального места размещения бизнеса (Рисунок 2). Также СППР может являться информационной базой для подготовки решений по количественной оценке потенциала размещения, в том числе на основе методов машинного обучения.

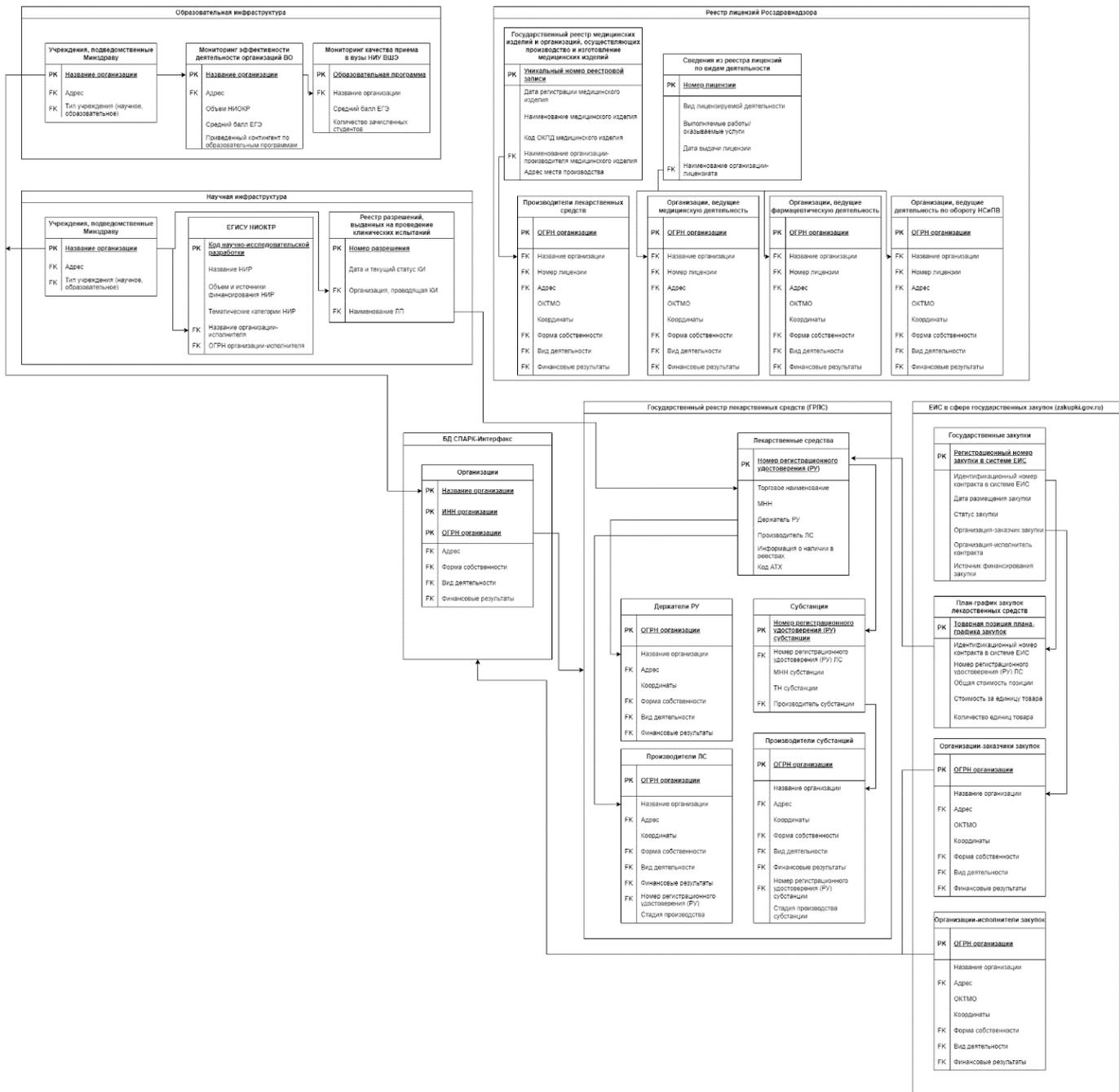


Рисунок 2 – Архитектура данных СПДР для фармацевтической промышленности
 Источник: составлено автором.

4. Разработана и апробирована модель машинного обучения для решения задач размещения высокотехнологичных предприятий на уровне муниципалитетов и крупных агломераций.

В диссертационном исследовании происходит апробация применения инструментов машинного обучения для решения научно-прикладной задачи оценки территории для размещения высокотехнологичной промышленности в

России на мезоуровне. На первом этапе решения поставленной задачи происходила обработка информационной базы исследования для подготовки к построению модели.

Первичной единицей модели являются действующие высокотехнологичные предприятия, по ним были рассчитаны зависимая и независимые переменные. В качестве зависимой переменной была сконструирована ядерная плотность высокотехнологичных предприятий, взвешенная по их среднегодовой выручке за 2019–2022 гг. радиусом в 20 км, взятая по натуральному логарифму. По замыслу исследования этот показатель является прокси-индикатором потенциала территории для размещения высокотехнологичных предприятий. Независимые переменные для модели представлены характеристиками фирмы (ОКВЭД2) и пространственными индикаторами расположения предприятия по отношению к факторам размещения (прим. близость к портам, региональным столицам, климатические параметры территории, ядерная плотность численности выпускников вузов)

Разработанный в ходе исследования подход к анализу размещения с использованием методов машинного обучения показал свою состоятельность. Несмотря на обширный территориальный и отраслевой охват, а также связанную с этим неоднородность данных, сформированная в ходе исследования модель машинного обучения на базе решения с применением градиентного бустинга CatBoost имеет высокую предсказательную способность (R^2 на тестовой выборке – 0,92).

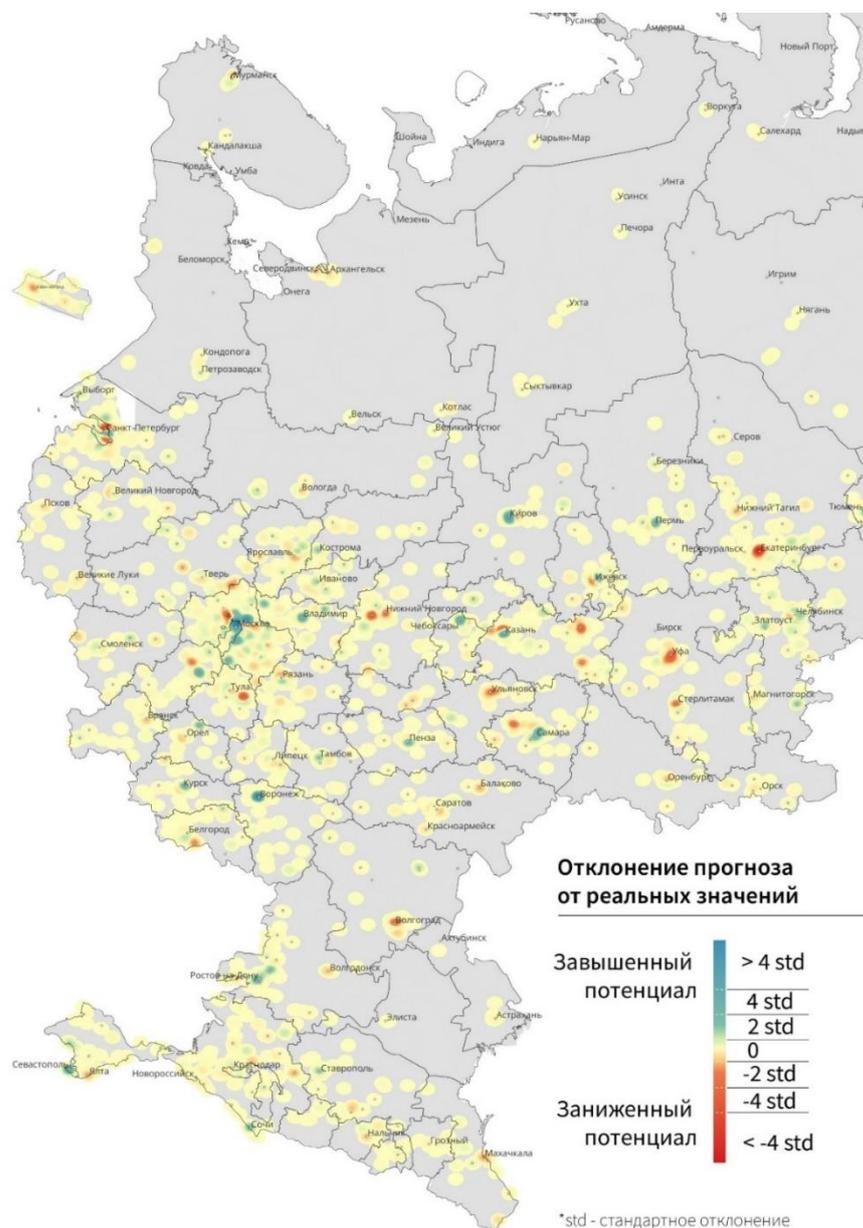


Рисунок 3 – Разница между предсказанными и актуальными значениями зависимой переменной в формате тепловой карты.

Источник: составлено автором.

В качестве валидации, результаты моделирования были визуализированы с помощью ГИС (Рисунок 3). Модель показывает высокую метрику качества для малых и средних городов, но завышает значения предсказаний для региональных столиц (Воронежа, Самары, Кирова, Перми, Иркутска и т.д.), что можно интерпретировать несколькими суждениями. Первое – региональные столицы имеют потенциал к развитию высокотехнологичного бизнеса и дальнейшего наращивания активности в высокотехнологичных отраслях. Второе – в

региональных столицах уже действуют ВТП, которые не входят в периметр анализа (в частности, предприятия ОПК), либо не отразились в базе данных, будучи структурами в рамках крупных государственных компаний и корпораций (ПАО «ОАК», ГК «Ростех», ГК «Росатом» и др.).

Интересной закономерностью являются заниженные предсказания в центрах химической промышленности – Дзержинске, Тольятти, Новомосковске, Набережных Челнах, Альметьевске, Уфе, Стерлитамаке и др. Несмотря на то, что модель учитывала отраслевую принадлежность бизнеса, исходя из качественного анализа результатов можно предположить, что сформированный набор факторов не позволил отразить потенциал размещения средне- и крупнотоннажной химии, в том числе из-за высокой важности “реликтовых” площадок, экологического и общественно-политического факторов для этого направления. Также, можно предположить недооценку влияния особых экономических зон моделью (включая территории опережающего развития (ТОРы и ТОСЭРы): помимо уже упомянутых территорий, заниженные значения в сравнении с актуальными имеют районы Ульяновска, Дубны, Кондрово и др.

5. Сформирован алгоритм принятия решений о размещении предприятий, использующий последовательное применение апробированных методологических инструментов. Сформировано несколько модульных подходов к решению вопросов размещения.

По итогам работы был подготовлен алгоритм принятия решений (Рисунок 4), использующий последовательное применение апробированных инструментов. Сформировано несколько модульных подходов решения вопросов размещения:

- базирующийся только на экспертном знании с использованием или без использования методов обработки экспертного мнения (системы весов, аналитических моделей);
- с применением интерактивных панелей (СППР) для валидации и поддержки экспертного знания;
- с применением машинного обучения для расширения пула потенциальных локаций на основе выявления неявных

закономерностей с дальнейшей экспертной валидацией, а также опциональной интеграцией с СППР для дальнейшего улучшения модели и визуализации результатов ее работы.

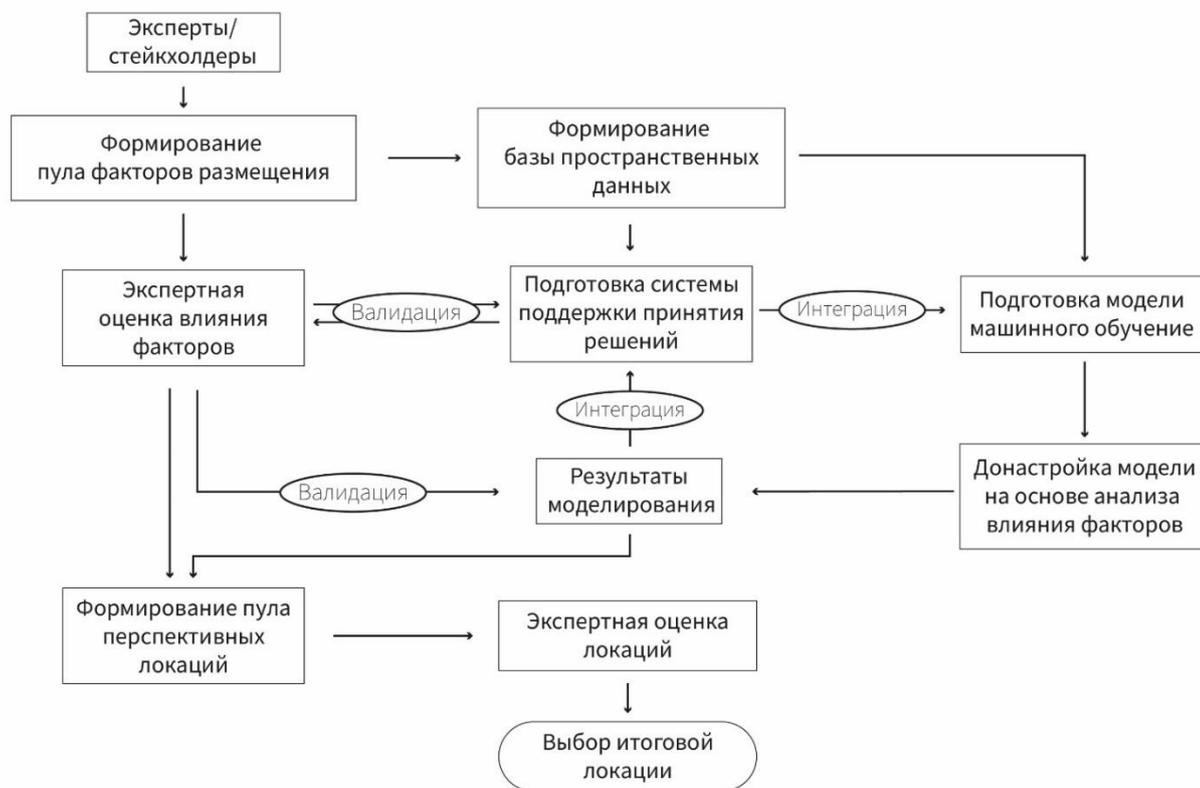


Рисунок 4 – Оптимальный алгоритм выбора локации для высокотехнологичных предприятий на территории регионов Российской Федерации

Источник: составлено автором

Заключение

Таким образом, в работе проведен анализ классических и современных работ в рамках теории размещения, на основе которого сформирован набор факторов, наиболее применимый для оценки потенциала размещения высокотехнологичных предприятий на территории регионов Российской Федерации. Также проведен анализ эволюции подходов к размещению ВТП в России и за рубежом.

С использованием современных методов сбора и обработки данных (в том числе формирования пространственных наборов данных) проведено картирование

актуального размещения ВТП в регионах и муниципалитетах Российской Федерации, выявлены ключевые ареалы размещения ВТП, а также проведен перечень наиболее значимых факторов размещения для отдельных архетипичных ВТП.

Сформированная в ходе исследования база данных (о размещении и релевантных факторах размещения ВТП) легла в основу построения методологии формирования интерактивной аналитической панели для упрощения процесса выбора локации ВТП (системы поддержки принятия решений) на примере фармацевтической отрасли.

На следующем этапе работы база пространственных данных была использована для апробации состоятельности использования машинного обучения для оценки потенциала территории для размещения высокотехнологичных предприятий. Результаты анализа остатков моделирования (сравнения предсказанных и фактических значений) показали высокую предсказательную способность модели на уровне регионов и крупных муниципалитетов с отдельными ограничениями (например, низкая применимость для крупных предприятий химического комплекса).

Как следствие в работе с использованием библиографического, регионального и пространственного анализа, анализа примеров функционирования ВТП и экспертного знания, а также применения микро- и пространственных данных, интерактивных аналитических панелей и машинного обучения, сформирована и апробирована методология решения задачи оценки потенциала территории для размещения высокотехнологичных предприятий на основании интегральной модели.

Исследование сталкивается с объективными ограничениями информационного периметра (в частности – условность включения предприятий в перечень высокотехнологичных на основе ОКВЭД2), а также полноты, достаточности и достоверности данных. По результатам количественной части исследования можно предположить, что при включении предприятий химического комплекса в периметр анализа размещения высокотехнологичных предприятий,

стоит вывести крупнейшие химические комплексы как объекты, имеющие предпосылки для размещения кардинально иные в сравнении с общей совокупностью ВТП.

Исследование имеет высокую научную новизну для российского научного поля, применяя междисциплинарный подход с использованием методик и инструментов региональной экономики, социально-экономической географии, менеджмента. Результаты исследования могут быть востребованы как со стороны государства для оценки потенциала и поиска решений для развития ВТП в регионах России, так и со стороны бизнеса для формирования набора локаций, привлекательных для размещения их предприятий.

Дальнейшими шагами для исследования в рамках тематики может быть анализ не статичных, а пространственно-временных территориальных конструкций с применением современных подходов бизнес-демографии, что потребует формирования более сложных баз панельных данных.

В рамках научной или практической деятельности также возможна апробация всего контура предложенного алгоритма выбора локации, включая интеграцию машинного обучения с СППР, и подготовки системы парсеров, оперативно обновляющих информационную базу исследования, а также ее обогащение с использованием информации проектируемой Национальной системы пространственных данных. Наконец, развитие исследования возможно в проведении мультимасштабного анализа факторов размещения от мезо- к микроуровню (уровню конкретных локаций) с формированием и оценкой иерархии факторов размещения, в том числе с применением методов форсайт-исследований.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

- 1) **Максименко Д. Д.**, Михайлов А. С., Максименко М. Р. Пространственные и структурные закономерности в распределении научно-технологической, инновационной и производственной деятельности в России // Балтийский регион. 2024. Т. 16. № 2. С. 41–62, (ВАК К1, 1,21 п.л./0,45 п.л.).
- 2) **Максименко Д. Д.** Актуальные факторы размещения высокотехнологичных производств в России // Региональные исследования. 2023. № 4. С. 29–40, (ВАК К1, 0,7 п.л.).
- 3) **Максименко Д. Д.**, Михайлов А. С. и др. Научно-инновационная динамика развития Северо-Запада России в условиях геополитических перемен // Балтийский регион. 2023. Т. 15, № 4. С. 79–103, (ВАК К1, 1,39 п.л./0,35 п.л.).

Статьи, индексируемые в базах данных Web of Science/Scopus

- 4) **Maximenko D.**, Maximenko M. GIS for location planning of banks' physical networks // Regional Studies, Regional Science. 2021. Vol. 8, No. 1. P. 362–365, (Scopus Q2, 0,2 п.л./0,1 п.л.).
- 5) **Maximenko D.**, Mikhaylov A., Mikhaylova A., Maximenko M., Hvalej D. Coastal regions in the geography of innovation activity: a comparative assessment of marine basins // Geographica Pannonica. 2022. Vol. 26, No. 4. P. 345–355, (Scopus Q3, 0,52 п.л./0,13 п.л.).
- 6) **Maximenko D.**, Mikhaylova A. et al. Geoinformation representation of maritime knowledge flows: new frontiers of coastalization // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. 2022. Vol. 1087, No. 1. P. 012038. (0,52 п.л./0,13 п.л.)