

Методика сравнительного анализа инновационно-технологических характеристик фармацевтической продукции

Methods of comparative analysis of innovative and technological characteristics of pharmaceutical products

doi 10.26310/2071-3010.2021.268.2.010



А. А. Каримова,

к. фарм. н., доцент, кафедра управления и экономики фармации, фармакогнозии, Уральский государственный медицинский университет
✉ otd.mspo@gmail.com

A. A. Karimova,

PhD in pharm. sci, associate professor, department of management and economics of pharmacy, pharmacognosy, Ural state medical university



С. В. Кортов,

к. ф.-м. н., д. э. н., доцент, первый проректор, Уральский федеральный университет
✉ s.v.kortov@urfu.ru

S. V. Kortov,

PhD, docent, first vice rector, Ural federal university



Д. Б. Шульгин,

к. ф.-м. н., д. э. н., доцент, зав. кафедрой, кафедра инноватики и интеллектуальной собственности, Уральский федеральный университет
✉ d.b.shulgin@urfu.ru

D. B. Shulgin,

PhD, docent, head of the department, department of innovations and intellectual property, Ural federal university

Предложен алгоритм сопоставления инновационно-технологических характеристик фармацевтической продукции с использованием технологий data-mining (поиск ассоциаций, классификация и кластеризация данных). Проведен отбор патентно-конъюнктурных параметров инновационной продукции фармацевтических предприятий. В качестве основного различительного математического параметра объектов со схожим потребительским назначением использовалось расстояние характеристики объекта до центра кластера. Метод может быть успешно применен как инструмент поддержки принятия решений, требующих сравнительной оценки коммерческого потенциала инновационной продукции промышленных предприятий высокотехнологического сектора.

We have identified and selected the patent-market parameters of pharmaceutical innovations. An algorithm for comparing innovative and technological characteristics of pharmaceutical products using data-mining technologies (association search, classification and clustering of data) is proposed. We suggested using the distance of the object characteristic to the cluster center as the main distinguishing mathematical parameter of objects with a similar consumer purpose. The method can be successfully applied as a tool to support decision-making that requires a comparative assessment of the commercial potential of innovative products of industrial enterprises in the high-tech sector.

Ключевые слова: инновационная фармацевтическая продукция, патентно-конъюнктурные параметры сравнения.

Keywords: innovative pharmaceutical products, patent-market parameters of comparison.

Введение

В условиях возрастающей глобальной конкуренции и быстроменяющихся условий и факторов рыночной среды все большую значимость приобретает рациональный выбор наиболее эффективных инновационных проектов, повышающих конкурентоспособность предприятий в высокотехнологических отраслях промышленности. Для решения этой задачи необходим многокритериальный подход к оценке инноваций и построению информационно-аналитических систем поддержки управленческих решений на основе количественных оценочных моделей [1]. Целесообразность внедрения инноваций должна определяться с учетом их технологических характеристик и соответствия ресурсному и научно-техническому профилю предприятия на основе пошаговой формализации модели выбора инноваций из нескольких сопоставимых вариантов [2]. Модели поддержки управленческих решений при выборе альтернатив должны позволять проводить анализ количественных и качественных данных, характеризующих инновационную деятель-

ность экономических систем в условиях многокритериальности, неопределенности внешней среды и рисков, сопровождающих процесс реализации инновационных стратегий промышленных предприятий высокотехнологического сектора [3]. Проблемы альтернативного выбора инновационных продуктов схожего потребительского назначения особенно остро стоят при принятии управленческих решений в областях стратегирования и конкурирования предприятий, инвестирования в развитие продуктового портфеля компании, планирования сбыта в условиях ограничительных перечней и бюджетных лимитов.

Фармацевтическая промышленность характеризуется наиболее высокой концентрацией инвестиций в НИОКР среди отраслей высокотехнологической экономики [4]. В этой связи инновационная деятельность фармацевтических предприятий требует постоянного анализа результатов передовых научных исследований и разработок с целью определения наибольшего коммерческого потенциала у объектов со схожими потребительскими свойствами. В данном контексте различительные инновационно-технологические ха-

характеристики продукции могут рассматриваться как один из ключевых сопоставительных параметров, а организационные решения, принимаемые в результате сравнения в пользу наиболее успешного объекта, позволяют повысить конкурентоспособность предприятия [5]. Необходимо совершенствовать методики сравнения инновационно-технологических характеристик фармацевтической продукции и сами модели выбора объектов сравнения с использованием методов кластеризации по аналогии с программными системами анализа данных смешанного типа [6].

Для решения этой задачи наиболее перспективно, на наш взгляд, применение технологий data-mining, таких как поиск ассоциаций [7], построение дерева иерархической классификации [8], алгоритмов кластеризации данных [9, 10], определяющих инновационно-технологические свойства объектов сравнения. Использование субъективизированных данных (в частности, экспертных оценок) для анализа с использованием вышеуказанных методов не совсем корректно в связи с потенциальным искажением результатов анализа, поэтому необходимо использовать максимально объективные параметры, имеющиеся в открытом доступе. Такими данными являются патентные и регистрационные характеристики лекарственных препаратов, которые ранее уже успешно использовались нами при решении иных задач, связанных с оценкой инновационно-технологического потенциала фармацевтических предприятий [11].

Можно предположить, что идентификация положения объектов сравнения в кластере по их инновационно-технологическим признакам позволит формализовать и тем самым упростить процедуры,

связанные с альтернативным выбором инноваций среди схожих по потребительским свойствам, но различных по патентно-конъюнктурным характеристикам объектов. Универсальность математической базы технологий data-mining позволит использовать эти методики для идентификации предпочтительных характеристик любых продуктовых инноваций в высокотехнологической сфере, в частности, в фармацевтике. Вышеуказанные методы довольно просты и могут быть реализованы с использованием доступного инструментария программного продукта Statistica и большинства других программ статистического анализа данных.

Цель исследования — разработка алгоритма сравнительного анализа инновационно-технологических характеристик продукции высокотехнологических (фармацевтических) предприятий с использованием технологий data-mining.

Методика сравнительного анализа

Для формирования базы данных исследования необходим выбор производственных организаций высокотехнологической сферы, имеющих в своих портфелях инновационные продукты. Исходя из поставленной цели, нам необходимо было отобрать такие параметры, которые позволят наилучшим образом идентифицировать различительные характеристики объектов сравнения, и подобрать такие аналитические методы, которые позволят получить максимально объективную числовую характеристику каждого объекта. В связи с этим в качестве характеристических параметров нами были выбраны патентно-конъюнктурные данные о производственных предприятиях и их про-



Рис. 1. Методология исследования (этапы сравнительного анализа инновационных продуктов)

дуктовых портфелях, поскольку они удовлетворяют критериям открытости и объективности и поэтому могут использоваться для идентификации классификационных признаков и ранговых характеристик объектов сравнения. Выбранные данные подвергаются последовательному анализу с использованием технологий data- и text-mining, позволяющих выделить как количественные, так и качественные (категориальные) характеристики патентных документов. Отбор патентно-конъюнктурных параметров и их анализ проводился в соответствии с предложенной нами методикой исследования, включающей шесть последовательных этапов, представленных на рис. 1.

Данная пошаговая методика анализа патентно-конъюнктурных данных позволяет проводить сравнительный анализ инновационных продуктов предприятий на основе их кластерных характеристик. Содержание этапов и специфика аналитических методик описаны подробнее далее.

Этап 1. Отбор параметров оценки объектов анализа.

При анализе исчерпывающего перечня патентно-конъюнктурных характеристик инновационных продуктов и выпускающих их компаний были отобраны наиболее значимые для целей настоящего исследования параметры, позволяющие проводить сопоставительный анализ. Исходный набор использованных нами в предыдущих работах [11] патентно-конъюнктурных параметров (объем и структура продуктового портфеля, объем и структура патентного портфеля компании, патентная активность в выбранной терапевтической специализации, среднее время жизни патентов) был дополнен в данной работе показателями силы патента, в частности, были выделены такие показатели как количество независимых пунктов формулы изобретения, частота прямого и обратного цитирования, объем патентного семейства, а также показатели динамики и географии патентования компании. На данном этапе экспертным путем осуществляется отбор наиболее значимых показателей, относящихся к инновационному продукту непосредственно, и значимых показателей, относящихся к предприятию-разработчику и характеризующих инновационный продукт опосредованно. Перечень конкретных параметров может незначительно различаться, исходя из отраслеспецифичной значимости того или иного параметра, или конкретной управленческой задачи, на решение которой ориентировано исследование.

Этап 2. Обработка данных, поиск ассоциативных и корреляционных связей между параметрами.

Следующий этап можно охарактеризовать как пре-процессинг данных, в рамках которого вводятся дополнительные категориальные параметры и исчисляемые параметры интеграционного характера. Проводится поиск ассоциативных связей между терминами в результатах контент-анализа (text-mining) патентных и иных формальных документов (например, сертификационных), относящихся к инновационной продукции. Дополнительные категориальные характеристики могут присваиваться также и предприятиям – разработчикам инновационной продукции, если данная характеристика компании может рассматриваться

как значимый отличительный признак, косвенно относящийся к продукции. Например, если компания имеет иностранное происхождение, то продукция данной компании также будет присвоена характеристика иностранного происхождения, и эта характеристика существенным образом влияет на сбытовую функцию компании в случае участия в процедурах государственных закупок. После уточнения набора параметров проводится анализ наличия ассоциативных, корреляционных и функциональных связей между патентно-конъюнктурными параметрами продукции. Параметры, между которыми были выявлены сильные корреляционные связи, близкие к функциональным, не включаются в единый набор параметров для проведения классификации или кластеризации объектов во избежание смещения результатов анализа. На этапе пре-процессинга также проводится стандартизация количественных данных для сопоставимости оценочных шкал на следующем этапе анализа.

Этап 3. Классификация данных о продукции и производственных организациях.

На следующем этапе с использованием программного продукта Statistica строится дерево иерархической классификации компаний и их продуктов на основе системы вложенных разбиений по восходящему алгоритму. Объединение данных осуществляется методом полной связи, оценка меры близости между объектами может оцениваться по Евклидову расстоянию. Происходит идентификация принадлежности предприятий к естественным кластерам.

Этап 4. Кластеризация данных методом k -средних и оценка межкластерных различий (дисперсионный анализ).

Подбор объектного состава кластеров проводится стандартным методом кластеризации (метод k -средних) с целью минимизации внутрикластерной изменчивости и максимизации межкластерных различий, которые статистически подтверждаются результатами дисперсионного анализа (различия между кластерами принимаются как значимые на уровне $p < 0.05$). Для выделения инновационно-технологических кластеров отбираются все значимые патентные параметры так, чтобы между кластерами в результате дисперсионного анализа были подтверждены различия по всем параметрам. В результате естественная кластеризация, сформированная на этапе 3, математически обосновывается и уточняется; отбираются патентные параметры, позволяющие идентифицировать значимые различия между кластерами.

Этап 5. Идентификация границ кластеров в исходных данных о продукции предприятий.

К исходным данным о продуктовых портфелях компаний привязывается информация об их кластерной принадлежности и мере расстояния до центра кластера. Математически уточненная кластерная принадлежность компании, определенная на этапе 4, должна адекватно соотноситься с условными категориальными характеристиками компаний, выделенными на втором этапе анализа. Также на данном этапе проводится формализация границ изменчивости инновационно-технологических характеристик как признаков кластеризации.

Этап 6. Сравнение продукции со схожими потребительскими признаками по мере удаленности объекта от центра кластера.

В результате выполнения анализа идентификация внутрикластерных различий между объектами кластеризации; различительной математической характеристикой сопоставимых объектов является расстояние между объектом и центром кластера.

Апробация методики

Одной из наиболее актуальных областей применения разработанной методологии, на наш взгляд, является процесс принятия решений, связанных с инновационной продукцией фармацевтических предприятий. Поэтому для иллюстрации применимости разработанной методики в качестве объекта исследования выбраны инновационные лекарственные препараты (ЛП). Высокая концентрация инноваций в фармацевтической сфере наблюдается в терапевтической специализации «Онкология», это продуктовое направление традиционно является одним из наиболее емких сегментов с точки зрения изобретательской активности [12]. В связи с этим нами были выбраны организации, специализирующиеся на выводе противоопухолевых ЛП на российский фармацевтический рынок. Исходя из полученного набора участвующих в исследовании организаций (54 производственных концерна), был проведен комбинированный поиск сведений об их продуктах и имеющихся патентах.

В качестве источников данных о фармацевтической продукции были использованы:

- государственный реестр лекарственных средств (ГРЛС) [13];
- государственный реестр предельных отпускных цен (ГРПОЦ) [14];
- алфавитно-предметный указатель к Международной патентной классификации текущей редакции (МПК-2018.01) [15];
- реферативная база данных российских изобретений (RUPAT) Федерального института промышленной собственности (ФИПС) [16];
- информация о закупочной стоимости противоопухолевых ЛП в 2020 г. по данным Единой информационной системы в сфере закупок (ЕИСЗ) [17].

Патентный поиск включал поиск по наименованиям организаций: критерием включения в выборку было наличие в документе как минимум одного класса международной патентной классификации (МПК) из необходимых (A61P35 для химиотерапевтических противоопухолевых средств, A61K51 для радиофармацевтических противоопухолевых средств). Соответствие ЛП, разрешенного к применению в России, и патента установлено методом семантического контент-анализа полного текста рефератов, описаний и формул, содержащихся в патенте.

Было идентифицировано 207 активных молекул противоопухолевого действия, зарегистрированных в виде 585 рыночных продуктов. В патентных портфелях компаний выявлено 954 патента, относящихся к выбранной терапевтической специализации, из них 49,6% действующих. Помимо отобранных нами базо-

вых характеристик объема и структуры продуктовых портфелей компаний (широта и глубина товарных линеек, инновационно-технологическая категория продукции) были изучены степень продуктовой специализации компании и удельный вес портфеля компании в общерыночной номенклатуре совокупного терапевтического портфеля рынка. Для каждой потребительской разновидности товара (с учетом различных форм выпуска и размеров фасовки) были идентифицированы ценовые характеристики. База данных ценовых характеристик включала 688 потребительских разновидностей товаров, находящихся в обращении на территории Российской Федерации.

Все этапы, согласно описанной выше авторской методологии, были воспроизведены на выбранном массиве данных об инновационной фармацевтической продукции противоопухолевого профиля.

Этап 1. Отбор параметров оценки инновационной продукции фармацевтических предприятий.

В результате контент-анализа данных (технологии text-mining) получен полный перечень характеристик фармацевтических продуктов, состоящий из 76 патентно-конъюнктурных параметров. В качестве основных параметров, необходимых для оценки инновационно-технологического потенциала ЛП, экспертным путем было выделено 6 наиболее значимых показателей, относящихся непосредственно к ЛП (наименование, происхождение товара, географический охват защиты препарата, размерность дозировки, стоимость терапевтической дозы, стоимость удельной единицы действующего вещества), и 9 наиболее значимых показателей, относящихся к производственной организации (объем продуктового портфеля, патентная активность в выбранной терапевтической специализации, среднее время жизни патентов, удельный вес действующих патентов компании, количество пунктов формулы изобретения, удельный вес независимых пунктов в формуле изобретения, частота прямого и обратного цитирования патентов компании, количество классов МПК). В итоге сформирован перечень из 15 предварительно отобранных параметров.

Этап 2. Обработка данных, поиск ассоциативных и корреляционных связей между параметрами.

На этапе пре-процессинга данных было введено 6 дополнительных категориальных характеристик ЛП по результатам выявленных ассоциативных связей в результатах контент-анализа (text-mining) регистрационных и патентных данных о фармацевтической продукции. В качестве специфических для отрасли характеристических категорий товара были выделены признаки принадлежности каждого лекарственного препарата к следующим категориям:

- укрупненная фармакотерапевтическая группа (химиотерапевтическое или радиотерапевтическое средство),
- категория жизненной важности (наличие препарата в ограничительном перечне жизненно необходимых и важнейших лекарственных препаратов),
- категория происхождения товара (страна, где зарегистрировано юридическое лицо держателя регистрационного удостоверения лекарственного препарата),

Таблица 1

Ранговые корреляции патентных параметров продукции

Параметры	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,00	0,13	0,06	0,60	0,60	0,53	0,63	0,66	0,53	-0,06	0,23
2	0,13	1,00	-0,51	0,01	0,13	-0,06	-0,08	0,08	0,08	-0,17	0,19
3	0,06	-0,51	1,00	0,26	0,18	0,21	0,37	0,06	-0,11	0,19	0,12
4	0,60	0,01	0,26	1,00	0,97	0,69	0,70	0,74	0,51	-0,37	0,37
5	0,60	0,13	0,18	0,97	1,00	0,69	0,68	0,75	0,54	-0,39	0,37
6	0,53	-0,06	0,21	0,69	0,69	1,00	0,87	0,72	0,52	-0,24	0,29
7	0,63	-0,08	0,37	0,70	0,68	0,87	1,00	0,75	0,52	-0,20	0,35
8	0,66	0,08	0,06	0,74	0,75	0,72	0,75	1,00	0,64	-0,36	0,33
9	0,53	0,08	-0,11	0,51	0,54	0,52	0,52	0,64	1,00	-0,32	0,20
10	-0,06	-0,17	0,19	-0,37	-0,39	-0,24	-0,20	-0,36	-0,32	1,00	-0,18
11	0,23	0,19	0,12	0,37	0,37	0,29	0,35	0,33	0,20	-0,18	1,00

- категория технологической кооперации (прохождение разных этапов производственного цикла создания товара на разных площадках, локализованных в разных странах и принадлежащих разным предприятиям),
- категория инновационности (наличие действующего патента на активное действующее вещество, либо на технологии его получения, либо на способы применения товара),
- категория взаимозаменяемости (наличие у продукта полных или близких аналогов).

Компаниям также присвоены 3 дополнительные категориальные характеристики при условии наличия формальных признаков:

- опыт ведения НИОКР (наличие у компании патентов в выбранной терапевтической области),
- ведение НИОКР в настоящее время (наличие у компании действующих патентов),
- российская локализация производства (наличие производственных площадок на территории Российской Федерации).

Далее проведен анализ наличия ассоциативных, корреляционных и функциональных связей между патентно-конъюнктурными параметрами. Результаты рангового анализа корреляций Спирмена представлены в табл. 1.

Коррелирующие параметры:

1. Патентная активность компании (объем патентного портфеля).
2. Удельный вес действующих патентов.
3. Средний возраст патента (время жизни патентов).
4. Количество патентных семейств.
5. Географический охват защиты.
6. Частота обратного цитирования патентов.
7. Частота прямого цитирования патентов.
8. Среднее число классов МПК.
9. Среднее число пунктов формулы.
10. Удельный вес независимых пунктов формулы.
11. Удельная стоимость лекарственного препарата.

Выявлены тесные (средние) корреляционные связи между показателями:

- «патентная активность компании» и «среднее число классов МПК» ($r_s=0,66$);
- «патентная активность компании» и «частота цитирования» ($r_s=0,63$ для прямого цитирования и $r_s=0,53$ для обратного цитирования);

- «патентная активность компании» и «количество патентных семейств» ($r_s=0,60$);
- «количество патентных семейств» и «среднее число классов МПК» ($r_s=0,74$);
- «количество патентных семейств» и «частота цитирования» ($r_s=0,70$ для прямого цитирования и $r_s=0,69$ для обратного цитирования);
- «время жизни патента» и «удельный вес действующих патентов» ($r_s=-0,51$);

Несколько менее тесные корреляционные связи наблюдаются между показателем «удельная стоимость лекарственного препарата» и патентными параметрами «географический охват защиты» ($r_s=0,37$), «частота прямого цитирования» ($r_s=0,35$) и «количество классов МПК» ($r_s=0,33$).

Исключена корреляционная пара с близкой к функциональной связью: «количество патентных семейств» и «географический охват защиты» $r_s=0,97$.

Результаты непараметрического теста сравнения средних методом Манна–Уитни (U-критерий) показали, что подавляющее большинство патентных параметров существенно различается для химиотерапевтических и радиофармацевтических средств, поэтому дальнейшие этапы анализа проводились для данных укрупненных категорий (макрокластеров) по отдельности. Результаты исследования далее проиллюстрированы на примере анализа химиотерапевтических средств, которые выпускаются 39 производственными концернами.

Этап 3. Классификация данных о продуктовых портфелях производственных организаций.

На следующем этапе было построено дерево иерархической классификации продуктовых портфелей фармацевтических компаний (рис. 2).

Дендрограмма позволила графически идентифицировать естественные кластеры продуктовых портфелей фармацевтических компаний, характеризующихся схожими инновационно-технологическими (патентно-конъюнктурными) параметрами продукции (химиотерапевтических противоопухолевых средств). В частности, в один естественный кластер вошли онкологические портфели отечественных компаний АксельФарм, БиоИнтегратор, Государственный НИИ Особо чистых биопрепаратов, ИльмиксГрупп, НМИЦ онкологии имени Блохина, Омутнинская научная опытно-промышленная база, Технология лекарств,

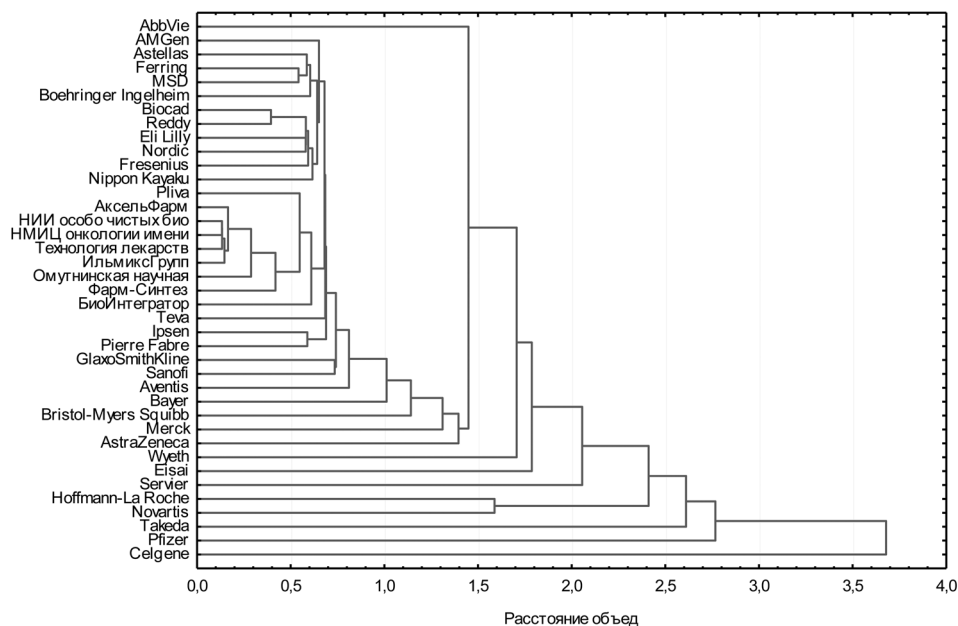


Рис. 2. Дендрограмма, образованная продуктовыми портфелями фармацевтических компаний – разработчиков противоопухолевых химиотерапевтических средств

Фарм-Синтез. Причем их характеристики довольно близки к транснациональным компаниям, специализирующимся, в том числе, на выпуске воспроизведенных (дженерических) препаратов, обладающих невысоким инновационным потенциалом (Teva, Pliva). Однако стоит отметить, что отдельные продукты, входящие в рассматриваемые терапевтические портфели компаний, могут характеризоваться различным уровнем инновационности. Данные приводятся здесь в укрупненном (портфельном) варианте для упрощения визуализации результатов классификации. Кроме того, как правило, продажа прав на использование результатов интеллектуальной деятельности осуществляется фармацевтическими компаниями сразу целым терапевтическим портфелем. Исключением являются прорывные инновационные разработки с высоким коммерческим потенциалом, которые могут передаваться изолированно от остального терапевтического портфеля. Например, данный вариант может рассматриваться для продуктовыми портфелями компаний с большим расстоянием объединения на приведенной выше дендрограмме (Takeda, Pfizer, Celgene).

Этап 4. Кластеризация данных методом k-средних и оценка межкластерных различий (дисперсионный анализ).

При выделении инновационно-технологических кластеров были отобраны все значимые патентные параметры так, чтобы между кластерами в результате дисперсионного анализа были подтверждены различия по всем параметрам кластеризации. В результате естественная кластеризация, сформированная на этапе 3, была математически обоснована и уточнена. В результате дисперсионного анализа межкластерных различий были отобраны патентные параметры, позволяющие идентифицировать значимые различия между пятью кластерами. Значимые межкластерные различия между продуктовыми портфелями предприятий были идентифицированы по признакам: «патентная активность компании», «частота обратного

патентного цитирования», «частота прямого патентного цитирования», «количество пунктов формулы изобретения», «удельная стоимость лекарственного препарата». Наиболее выраженные различия между кластерами наблюдаются по признаку стоимости препаратов, входящих в продуктовый портфель той или иной компании.

Этап 5. Идентификация границ кластеров в исходных данных о продукции предприятий.

К исходным данным об инновационной продукции фармацевтических компаний была добавлена информация о кластерной характеристике продуктового портфеля, в который они входят, и мере расстояния до центра кластера, образованного схожими продуктовыми портфелями. Также на данном этапе были формализованы границы изменчивости инновационно-технологических характеристик продуктов как признаков кластеризации. Для каждого кластера определено некое среднее значение, которое было принято как условный объект с «типичными» для кластера признаками; типичный объект является не реальным объектом, а математическим, относительно которого определяется нетипичность входящих в кластер объектов. Именно по признаку «нетипичности» на следующем этапе будет приниматься решение о степени инновационности того или иного продукта.

Этап 6. Сравнение продукции со схожими потребительскими признаками по мере удаленности объекта от центра кластера.

В результате выполнения анализа были идентифицированы внутрикластерные различия между объектами кластеризации; различительной математической характеристикой сопоставимых объектов является расстояние между объектом и центром кластера.

В качестве иллюстрации выбран кластер, представленный продуктами с наибольшими удельными затратами на разработку единицы терапевтической дозы. По мере расстояния между элементами и центром кластера определяется рейтинг лекарственных

Таблица 2

Элементы модельного кластера и расстояния до центра кластера

Наименования элементов кластера			Расстояние
Наименование действующего вещества ЛП	Торговое наименование ЛП	Производитель	
Ипилимумаб	Ервой	Bristol-Myers Squibb	1,001934
Пембролизумаб	Китруда	MSD	0,635508
Брентуксимаб	Адцетрис	Takeda	0,558833
Авелумаб	Бавенсно	Merck	0,502228
Олапариб	Линпарза	AstraZeneca	0,475409

препаратов по их инновационно-технологическим характеристикам (табл. 2).

Объект с наименее близкими к типичным характеристиками (с наибольшим условным расстоянием до центра кластера) является наиболее инновационным. Как мы видим из таблицы, в данном кластере таким объектом является инновационный препарат Ипилимумаб (торговое наименование Ервой) компании Bristol-Myers Squibb

Таким образом, результаты кластерного анализа позволили сопоставить инновационно-технологические характеристики продукции предприятий по расстоянию до центра кластера и мере близости между объектами сравнения. Препараты включались в кластеры исключительно по числовым характеристикам инновационно-технологических параметров. Положительной чертой разработанной методики является то, что при анализе данных не требуется наличия знаний о специфических терапевтических или фармакоэкономических характеристиках препаратов, что позволяет использовать предложенный алгоритм специалистами без специальной профильной подготовки.

Заключение

1. Проведен отбор и систематизация патентно-конъюнктурных параметров, определяющих ключевые характеристики инновационной продукции фармацевтических предприятий.
2. Разработан и апробирован алгоритм сравнительного анализа инновационно-технологических характеристик фармацевтической продукции с

использованием технологий data-mining, включающий шесть последовательных этапов.

3. Результаты анализа межкластерных и внутрикластерных различий позволили сопоставить инновационно-технологические характеристики продукции предприятий по расстоянию до центра кластера и мере близости между объектами.
4. Методика рекомендована для использования в системах поддержки принятия решений, требующих сравнительной оценки инновационно-технологических характеристик продукции промышленных предприятий.

Разработанная методика может быть рекомендована для использования в комплексе систем поддержки принятия решений при необходимости выбора одного или нескольких вариантов продуктового или технологического развития предприятия. Методика позволяет проводить отбор фармацевтических разработок с лучшими инновационно-технологическими характеристиками для инвестирования в их коммерциализацию или планирования сбыта в условиях ограничительных перечней и бюджетных лимитов системы здравоохранения. Аналогичным образом методика может применяться при оценке инновационно-технологических характеристик продукции иного промышленного сектора экономики. Кроме того, использование инструментов data-mining (в частности, кластеризации) позволяет разрабатывать модели прогнозирования инновационного потенциала новых разработок на основе патентно-конъюнктурных параметров сходных продуктов.

Список использованных источников

1. A. Chursin, Yu. Vlasov, Yu. Makarov. Innovation as a Basis for Competitiveness. Theory and practice. 2016. P. 6-9.
2. В. Н. Волкова, А. С. Кудрявцева. Модели для управления инновационной деятельностью промышленного предприятия // Открытое образование. 2018. № 4. С. 64-73.
3. С. В. Амелин. Выбор инновационных альтернатив на основе моделирования // Экономинфо. 2016. № 26. С. 93-95. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.09.012>.
4. E. Bryzgalova, M. Kovshova, T. Gridneva. Current trends in the pharmaceutical industry in Russia // Economic and Social Development: Book of Proceedings. 2018. P. 456-462.
5. S. Timofeeva. Innovative Potential As A Factor For Increasing The Competitiveness Of Enterprises In The Pharmaceutical Industry // Entrepreneurship. 2016. Vol. 4. №. 1. P. 144-165.
6. О. К. Альсова, К. С. Ускова. Программная система кластерного анализа данных смешанного типа // Автоматика и программная инженерия. 2013. №. 1. С. 75-81.
7. S. Altuntas, T. Dereli, A. Kusiak. Analysis of patent documents with weighted association rules // Technological Forecasting and Social Change. 2015. Vol. 92. P. 249-262. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.09.012>.
8. J. Kim, M. Hwang, D.-H. Jeong, H. Jung. Technology trends analysis and forecasting application based on decision tree and statistical feature analysis // Expert Systems with Applications. 2012. Vol. 39. №. 16. P. 12618-12625. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.021>.
9. D. Kukolj, Z. Tekic, Lj. Nikolic et al. Comparison of algorithms for patent documents clusterization // 2012 Proceedings of the 35th International Convention MIPRO. IEEE, 2012. P. 995-997. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6240789>.
10. К. С. Ершов, Т. Н. Романова. Анализ и классификация алгоритмов кластеризации // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2016. №. 19. С. 274-279.
11. С. В. Кортов, Д. Б. Шульгин, А. А. Каримова, А. В. Роднин. Оценка патентных и продуктовых портфелей фармацевтических компаний при конкурентном анализе // Инновации. 2020. № 3. С. 30-37.
12. Рейтинг инновационной активности фармацевтических компаний // Исследовательское подразделение медиахолдинга «Эксперт». <http://www.acexpert.ru/analytics/ratings/rejting-innovacionnoy-aktivnosti-farmaceuticheskikh.html>.
13. Государственный реестр лекарственных средств. <http://grls.rosminzdrav.ru/grls.aspx>.
14. Государственный реестр предельных отпускных цен. <http://grls.rosminzdrav.ru/pricelims.aspx>.

15. Международная патентная классификация. Международная организация интеллектуальной собственности (World Intellectual Property Organization). <https://www.wipo.int/classifications/ipc/ipcpub>.
16. Базы данных для поиска патентных документов. Федеральный институт промышленной собственности. <http://www1.fips.ru/iiss/search.xhtml>.
17. Единая информационная система в сфере закупок. <https://zakupki.gov.ru>.

References

1. A. Chursin, Yu. Vlasov, Yu. Makarov. Innovation as a Basis for Competitiveness. Theory and practice. 2016. P. 6-9.
2. V. N. Volkova, A. S. Kudryavtseva. Modeli dlya upravleniya innovatsionnoy deyatel'nost'yu promyshlennogo predpriyatiya [Models for managing the innovation activity of an industrial enterprise]//Otkrytoe obrazovanie [Open Education]. 2018. № 4. P. 64-73. (In Russian.)
3. S. V. Amelin. Vybory innovatsionnykh alternativ na osnove modelirovaniya [The choice of innovative alternatives based on modeling]//Jekonominfo [Econominfo]. 2016. № 26. P. 93-95. (In Russian.)
4. E. Bryzgalova, M. Kovshova, T. Gridneva. Current trends in the pharmaceutical industry in Russia//Economic and Social Development: Book of Proceedings. 2018. P. 456-462.
5. S. Timofeeva. Innovative Potential As A Factor For Increasing The Competitiveness Of Enterprises In The Pharmaceutical Industry//Entrepreneurship. 2016. Vol. 4. №. 1. P. 144-165.
6. O. K. Al'sova, K. S. Uskova. Programmnyy sistem dlya analiza dannykh smeshannogo tipa [Software system for cluster analysis of mixed-type data]//Avtomatika i programmnyy inzheneriya [Automation and software engineering]. 2013. № 1. P. 75-81. (In Russian.)
7. S. Altuntas, T. Dereli, A. Kusiak. Analysis of patent documents with weighted association rules//Technological Forecasting and Social Change. 2015. Vol. 92. P. 249-262. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.09.012>.
8. J. Kim, M. Hwang, D.-H. Jeong, H. Jung. Technology trends analysis and forecasting application based on decision tree and statistical feature analysis//Expert Systems with Applications. 2012. Vol. 39. №. 16. P. 12618-12625. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.021>.
9. D. Kukolj, Z. Tekic, Lj. Nikolic et al. Comparison of algorithms for patent documents clusterization//2012 Proceedings of the 35th International Convention MIPRO. IEEE, 2012. P. 995-997. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6240789>.
10. K. S. Ershov, T. N. Romanova. Analiz i klassifikatsiya algoritmov klasterizatsii [Analysis and classification of clustering algorithms]//Novye informatsionnye tekhnologii v avtomatizirovannykh sistemakh [New information technologies in automated systems]. 2016. № 19. (In Russian.)
11. S. V. Kortov, D. B. Shul'gin, A. A. Karimova, A. V. Rodnin. Otsenka patentnykh i produktovykh portfeley farmatsevticheskikh kompaniy pri konkurentnom analize [Patent and product portfolios evaluation in competitive analysis of pharmaceutical companies]//Innovatsii [Innovations]. 2020. № 3. P. 30-37. (In Russian.)
12. Reyting innovatsionnoy aktivnosti farmatsevticheskikh kompaniy [Rating of innovative activity of pharmaceutical companies]//Issledovatel'skoe podrazdelenie mediakholdinga «Ekspert» [Research division of the media holding «Expert»]. <http://www.acexpert.ru/analytics/ratings/rejting-innovatsionnoy-aktivnosti-farmatsevticheskikh.html>. (In Russian.)
13. Gosudarstvennyy reestr lekarstvennykh sredstv [State Register of Medicines]. <http://grls.rosminzdrav.ru/grls.aspx>. (In Russian.)
14. Gosudarstvennyy reestr predel'nykh otpusknykh tsen [State register of maximum selling prices]. <http://grls.rosminzdrav.ru/pricelims.aspx>. (In Russian.)
15. World Intellectual Property Organization. <https://www.wipo.int/classifications/ipc/ipcpub>.
16. Databases for searching patent documents. Federal Institute of Industrial Property. <http://www1.fips.ru/iiss/search.xhtml>.
17. Edinaya informatsionnaya sistema v sfere zakupok [Unified information system in the field of procurement]. <https://zakupki.gov.ru>. (In Russian.)