

Применение методов Data Mining при проектировании и создании новой продукции и услуг*

Цель исследования заключается в обосновании необходимости применения методов извлечения знаний при проектировании и создании новой продукции и услуг и целесообразности применения метода самоорганизующейся карты Кохонена посредством ее формирования. Такая карта помогает при выявлении ранее неизвестных групп в частности, как в случае данной статьи — групп потребителей, а их анализ даст возможность для формирования новых тарифов на услуги биллинговой системы сотового оператора. Основной причиной исследования является то чтобы показать организациям возможность проектирования и создания инновационной продукции

Методы и методы исследования имеют эмпирический характер, основанные на сборе и накоплении данных о поведении потребителей на рынке и последующем их анализе. В целях анализа собранных данных используются методы Data Mining (интеллектуального анализа данных), в частности, метод самоорганизующейся карты Кохонена, позволяющий получать автоматическую кластеризацию потребителей на рынке по различным признакам. Кластеризация проводилась с использованием алгоритма самоорганизующихся карт Кохонена, реализованных в аналитической платформе BaseGroup Labs Deductor Studio. Выбор данного программного продукта объясняется понятным интерфейсом и наличием требуемого функционала. Исследование опиралось на данные предоставленные биллинговой системой сотового оператора. Это достаточно большой объем данных, показывающий совершенные операции абонентов связи сотового оператора.

Результаты. В статье проведен обзор источников в которых предлагаются возможные методы извлечения знаний и способы их обработки. Также построена карта Кохонена, позволяющая из различных самостоятельно выделенных областей получить информацию о текущей ситуации по абонентам сотовой связи. После анализа этой информации выявленные знания применяются в формировании новых тарифов и услуг сотового оператора. Такой способ извлечения знаний может применяться и на других данных больших объемов из различных сфер деятельности. Однако существует ограничение при использовании такого варианта извлечения знаний, которое состоит в том, что данные должны быть структурированы. В случае использования неструктурированных данных можно рассмотреть другие методы извлечения знаний, описанных в данной статье.

Заключение. В статье рассмотрен этап извлечения знаний при проектировании и создании новой продукции и услуг на основе методов Data Mining, в частности самоорганизующейся карты Кохонена. Инновационность процессов проектирования и создания продукции и услуг подчеркивается изменчивостью данных в соответствии с динамичностью поведения потребителей на рынке, что вызывает необходимость периодического пересмотра требований и концепции выводимой на рынок продукции и услуг.

Ключевые слова: методы Data Mining, самоорганизующаяся карта Кохонена, потребности потребителей, анализ данных, инновационные процессы проектирования.

Alexey A. Bryzgalov, Elena V. Yaroshenko

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Application of Data Mining Methods in the Design and Creation of New Products and Services

The purpose of research is to substantiate the need to use knowledge extraction methods in the design and creation of new products and services and the feasibility of using the Kohonen self-organizing map method through its formation. Such a map helps to identify previously unknown groups, in particular, as in the case of this article — consumer groups, and their analysis will make it possible to form new tariffs for the services of the mobile operator's billing system. The main reason for the research is to show organizations the ability to design and create innovative products.

Research methods are empirical in nature, based on the collection and accumulation of data on consumer behavior in the market and their subsequent analysis. In order to analyze the collected data, Data Mining methods are used, in particular, the Kohonen self-organizing map method, which allows to obtain automatic clustering of consumers in the market by various characteristics. Clustering was performed using the Kohonen self-organizing map algorithm implemented in the BaseGroup Labs Deductor Studio analytical platform. The choice of this software product is explained by a clear interface and the availability of the required functionality. The study was based on data provided by the mobile operator's billing system. This is a fairly large amount of data showing the completed operations of mobile operator subscribers.

Results. The article provides an overview of sources that offer possible methods for extracting knowledge and ways to process it. The Kohonen map is also built, which allows you to get information about the current situation for mobile subscribers from various independently selected areas. After analyzing this information, the revealed knowledge is applied in the formation of new tariffs and services of the mobile operator. This method of extracting knowledge can also be applied to other large volumes of data from various fields of activity. However, there is a limitation when using this type of knowledge extraction, which is that the data must be structured. If you use unstructured data, you can consider other methods for extracting knowledge described in this article.

Conclusion. The article considers the stage of knowledge extraction when designing and creating new products and services based on Data Mining methods, in particular the self-organizing Kohonen map. Innovation in the design and creation of products and services is emphasized by the variability of data in accordance with the dynamic behavior of consumers in the market, which causes the need to periodically review the requirements and concepts of products and services brought to the market.

Keywords: Data Mining methods, Kohonen self-organizing map, consumer needs, data analysis, innovative design processes.

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 19-07-01137)

Введение

Создание инновационных продуктов или услуг прежде всего опирается на анализ потребностей общества и новых технологических возможностей. В первом случае проводится анализ, насколько существующие ресурсы, методы работы, товары удовлетворяют потребности людей и что нужно изменить в концепции продукции и услуг, чтобы удовлетворение потребностей было наиболее полным. Анализ потребностей населения опирается на применение методов анализа накапливаемых данных в информационных системах для каждой конкретной предметной области. В работе [7] автор выделил три уровня выявления закономерностей в рамках информационной системы: а) на уровне организации данных; б) на уровне обработки запросов (последовательности и совместная обработка данных); в) на уровне использования данных пользователями. Эти уровни можно представить как разные варианты создания новой продукции и услуг. Второй случай связан с появлением новых технологических возможностей, таких, например, как новые цифровые технологии. В этом случае применение методов анализа данных становится более сложным и недетерминированным, требующим применения более разнообразных и заранее не выявленных источников данных. В результате чего в обоих случаях принципиально новое знание не может быть гарантированно достоверным, так как оно представлено в виде эмпирической гипотезы. [9]

Согласно работе [5] специалисты выделяют следующие основные методы извлечения знаний: инструментальные средства запроса, статистическая техника, визуализация, интерактивная аналитическая обработка (On-Line Analytical Processing, OLAP), обучение,

основанное на прецедентах (k-ближайший сосед), деревья решений, ассоциативные правила, нейронные сети, генетические алгоритмы. После выбора одного из представленных выше методов происходит структурирование знаний путем разработки неформального описания знаний, а также машинная обработка структурированной информации при которой происходит очистка и согласование данных, стандартизация на формат хранилища данных.

Задачи анализа данных решаются с использованием набора технологий, объединенных под названием интеллектуальный анализ данных (Knowledge Discovery in Databases, KDD). Здесь происходит процесс извлечения полезных знаний в необработанных данных. KDD включает в себя вопросы подготовки данных, выбора информативных признаков, очистки данных, применения методов Data Mining, обработки данных, интерпретации полученных результатов. [5]

Как отмечается в работе [10], генетические алгоритмы являются эффективным средством для решения различных комбинаторных задач оптимизации, проектирования и принятия решений. Однако их вполне можно использовать и для решения задачи извлечения полезной информации и знаний из баз данных. Известно также, что в настоящее время генетические алгоритмы входят в состав стандартного инструментария методов KDD.

Другим вариантом извлечения знаний может служить метод извлечения знаний, представляемых в виде наборов ассоциативных правил «ЕСЛИ..., ТО...». Метод реализуется с помощью нейро-нечеткого моделирования предметной области. Описываются приемы построения нечеткой логической модели анализируемой предметной области и

способы применения нейронных сетей для выделения нечетких правил. Сгенерированные нечеткие правила могут быть преобразованы в нечеткие базы знаний. [6, 8]

Еще одним примером является разновидность систем, основанных на знаниях. В данном случае выполняется автоматическое порождение гипотез, реализуемое в форме обучения нейронной сети. [11]. А также извлечение знаний из текстовой информации можно проводить с помощью метода шаблонов. [12]

Существующие базы данных содержат огромные объемы скрытой аналитической информации, извлечение которой позволяет выявлять тенденции, находить новые решения, строить стратегию развития. Каждый из перечисленных выше методов может применяться при проектировании и создании новых продуктов или услуг.

В данной статье рассматривается применение метода кластеризации. Кластерный анализ позволяет установить в данных мало различимые неизвестные закономерности, которые практически невозможно исследовать другими способами и представить их в удобной для пользователя форме. Это поможет выделять сегменты рынка с характерными особенностями потребления продукции и услуг, на основе чего можно строить эффективную стратегию конфигурации продукции и услуг. Поэтому алгоритм кластеризации методом Кохонена походит для извлечения знаний.

Нейронная сеть, работающая по методу обучения без учителя, обладает рядом преимуществ. Во-первых, для обучения нет необходимости в предоставлении обучающей выборки. Другим преимуществом является гибкость в настройке параметров сети. Не менее важное преимущество метода без учителя — само-

стоятельное определение числа групп данных (кластеров) нейронной сетью. После получения результатов работы алгоритма, интерпретация полученных кластеров выполняется на основе экспертного анализа.

Примером для применения метода кластеризации послужил набор данных из биллинговой системы сотового оператора, а именно: возраст клиентов, число СМС-сообщений и звонков от них, продолжительность звонков, время, в которое были сделаны те или иные операции и др. Отметим, что при анализе выбранного набора данных помимо автоматического определения кластеров, на основе полученной информации по карте можно разбить существующие кластеры на подобласти. И в зависимости от рассматриваемых параметров проводить анализ в соответствии с полученной кластеризацией.

Формирование карты Кохонена

Карта Кохонена состоит из двух слоев: распределительного и выходного. Все нейроны первого слоя связаны с нейронами второго слоя (один со всеми). В результате это напоминает двумерную решетку. Второй, выходной, слой содержит определенное число нейронов. Результатом работы алгоритма Кохонена является непрерывно соединенные группы, где векторы весов нейронов приближены по значению. Основываясь на этих принципах, составляется карта, где линиям соответствуют группы нейронов анализируемого массива данных. Алгоритм Кохонена предоставляет самоорганизующуюся карту, которая, в свою очередь, является визуализацией структуры данных. Основными параметрами при выполнении алгоритма являются конфигурация сетки, количество нейронов в

сети и радиус обучения, численное значение которого определяет количество непрерывно близких групп. [13]

Самоорганизующаяся карта Кохонена является хорошим подходом к извлечению новых знаний из большого объема данных. С помощью этого подхода можно решать задачу кластеризации, т.е. выявление групп (кластеров) без определенно заданных признаков. Он основан на алгоритме, состоящем из двух основных шагов [4]:

- кластеризация объектов алгоритмом Кохонена;
- построение и интерпретация карты Кохонена.

В предлагаемом примере карта будет состоять из 192 ячеек при размере карты с длиной 16 ячеек и шириной 12 ячеек. Алгоритм Кохонена формирует в полученном наборе данных поля: «Расстояние до центра ячейки»; «Номер ячейки». Далее специальная процедура — алгоритм k-means объединяет в кластеры с возможностью определять количество кластеров автоматически. Результатными полями будут «Номер кластера» и «Расстояние до центра кластера». [4]

Задача сегментации клиентов телекоммуникационной компании решается с помощью инструментального средства Deductor Studio, которое позволяет построить самоорганизующуюся карту Кохонена, представить визуально для последующей интерпретации.

Источником данных стала биллинговая система за несколько месяцев. Это таблица со следующими полями: Код (число); Возраст (количество лет); Среднемесячный расход (денежная единица); Средняя продолжительность разговоров (количество минут); Звонков днем за месяц (количество звонков); Звонков вечером за месяц (количество звонков); Звонков ночью за месяц (количество звонков); Звонки в другие города (количество

звонков); Звонки в другие страны (количество звонков); Доля звонков на стационарные телефоны (процент звонков); Количество SMS за месяц (количество SMS). При анализе использовались данные только активных абонентов, которые постоянно или часто пользовались сотовой связью.

Начиная с рис. 2 по рис. 5 будет представлено 6 карт Кохонена. Каждая из них имеет свой вид аналитики. У каждой ячейки есть свой цвет, который показывает значение выходной переменной карты (переменной источника данных). В нижней части карты градиентная шкала отражающая в каких пределах выходная переменная находится. При нажатии на определенную ячейку в любой из шести карт, она выделится на всех созданных картах и на градиентной шкале покажет текущее значение всех выбранных выходных переменных.

Полученный результат может в дальнейшем использоваться для разработки новых тарифных планов и иных услуг, цифровых продуктов на собственной платформе, представленной в виде приложения компании сотовой связи.

Анализ карты Кохонена

Анализ конечного результата кластеризации в виде построенной и визуализированной карты Кохонена показал разбиение всех клиентов сотовой компании на три ос-

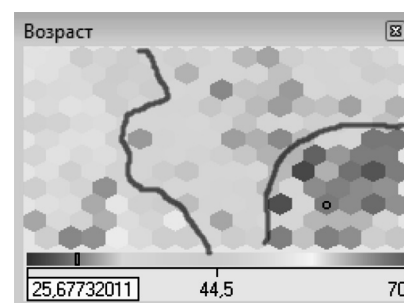


Рис. 1. Кластеры по группам возрастных интервалов

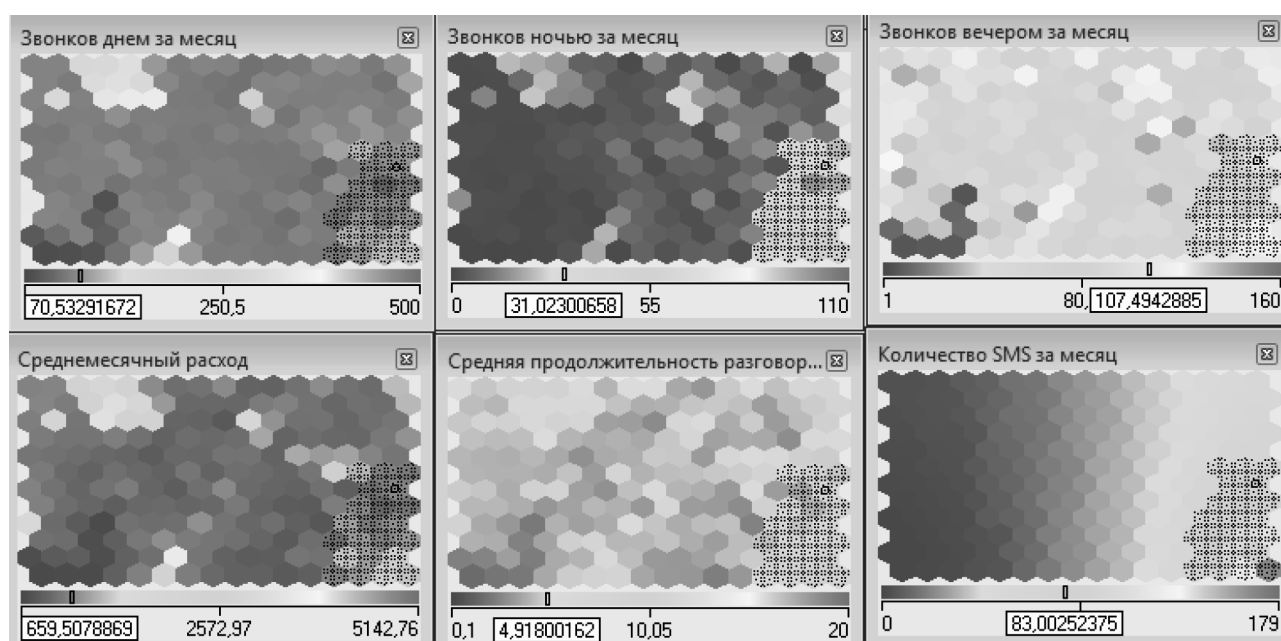


Рис. 2. Подкластер молодежи с повышенным потреблением услуг связи

новых кластера, показывающие интервалы возрастов на рис. 1: молодежь (возраст до 28 лет), люди среднего возраста (от 28 лет до 45 лет) и люди после 45 лет. Эти кластеры отделены друг от друга сплошной линией, а в нижней части рисунка градиентная шкала показывающая возраст абонентов.

Начнем с кластера, определенного как Молодежь. В данном случае его можно разбить

на три подкластера. Самый большой подкластер из кластера Молодежь указан на карте маленькими точками (так в дальнейшем будут выделены рассматриваемые кластеры на карте) в правом нижнем углу на рис. 2. Его отличительной особенностью является то, что абоненты совершают большое количество продолжительных вечерних и ночных звонков, а также по сравнению со всеми остальными кластерами

отправляют гораздо больше СМС-сообщений

Слева на рис. 3 расположена малая по количеству ячеек группа из кластера молодежи. Этот подкластер расходует на связь небольшую сумму, так как у них наблюдается слабая активность в разговорах и SMS в любое время суток.

Третий подкластер группы Молодежь не имеет особенных отличительных признаков. В основном эта группа разго-

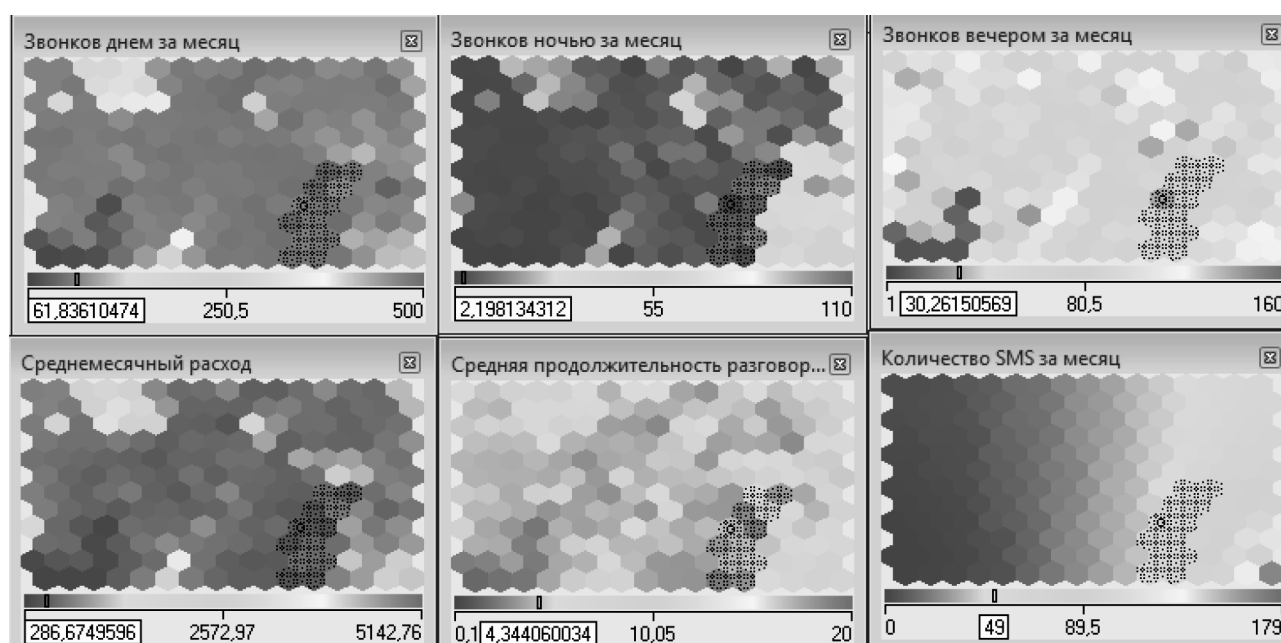


Рис. 3. Подкластер молодежи с пониженным потреблением услуг связи

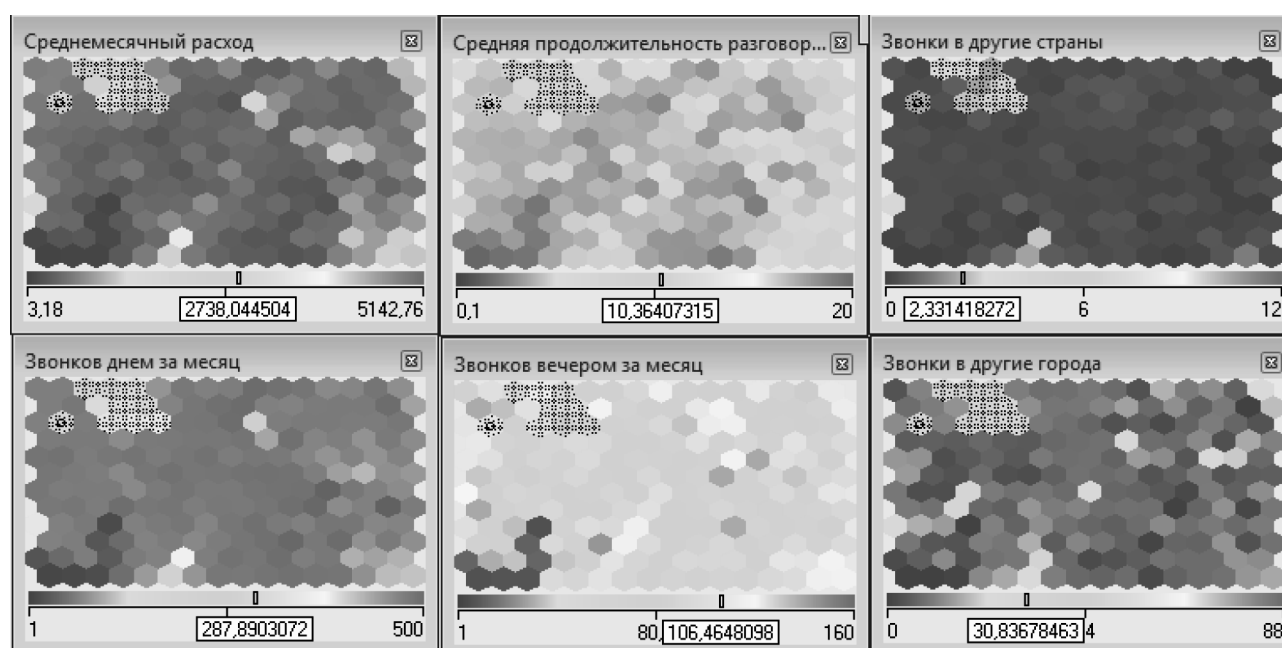


Рис. 4. Кластер «VIP-клиенты»

варивает чаще всего в вечернее время и имеет достаточно небольшие траты на связь.

Рассматривая кластер людей зрелого и пенсионного возраста, можно интерпретировать карту Кохонена следующим образом. Как видно на карте в верхнем участке отдельно выделен кусок, который можно увидеть на рис. 4. В данном участке просматриваются люди, которые работают в организации на должностях выс-

шего звена (топ-менеджеры, бизнесмены, руководители). Такой вывод был сделан на основе того, что у данной группы людей средних лет самые высокие расходы на связь из-за большого количества звонков и их продолжительности в рабочее и вечернее время. Этот кластер может называться VIP-клиенты.

На рис. 5 в нижнем левом углу карты выделен участок определенного как Пенсионе-

ры. Этот подкластер говорит о том, что люди этой группы практически не совершают исходящих звонков, а если совершают, то продолжительность минимальна чем в среднем у всех людей, и не отправляют СМС-сообщения в течение всего дня.

В последний подкластер входят люди зрелого и пенсионного возраста (более активные), то есть с большой долей вероятности — дачники, рабо-

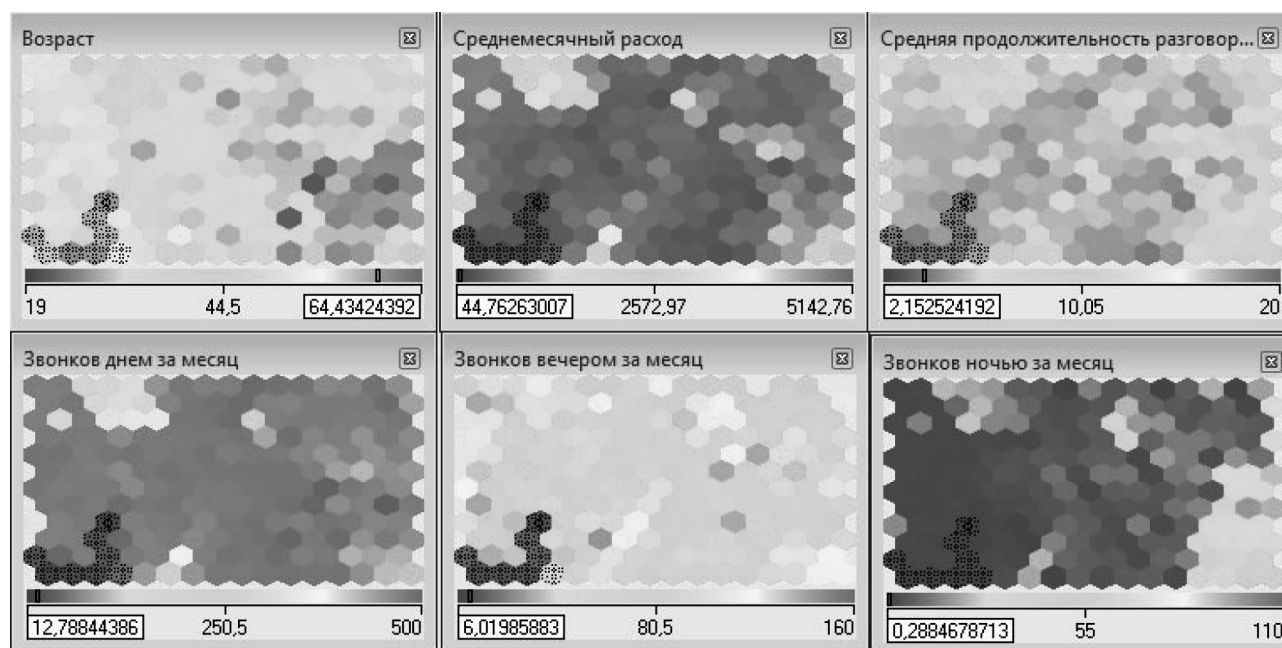


Рис. 5. Пенсионеры

тающие пенсионеры. Они выделяются тем, что основные расходы приходятся на вечерние звонки, а также практически не используют СМС-сообщения.

Формирование новой продукции или услуг

Анализ данных и интерпретация карты Кохонена показали, что на основании полученной сегментации клиентов, абонентов сотовой компании, можно разработать специальные тарифы для каждого из полученных сегментов, например, тариф «Вечерний», который позволяет безлимитно общаться и использовать интернет трафик с 6 часов вечера до 10 часов вечера. Таких вариантов можно придумать еще очень много, но это уже дело

за маркетологами. Такое инновационное проектирование поможет компаниям повысить лояльность клиентов, что в свою очередь вызовет прирост их общего числа, и в итоге повысить доходность.

Представленную схему проектирования новой продукции и услуг можно применять и в других сферах с возможным использованием различных методов Data Mining. Если, например, решать задачу не кластеризации, а ассоциации, то построив ассоциативные правила, можно понять какие продукты покупают вместе с другими, что позволит создать потенциальный продукт, услугу или их комплект в виде кросс-продажи. В банковской сфере, при анализе и использовании самоорганизующихся карт Кохонена целесообразно

решать задачи формирования новых кредитных продуктов для населения, учитывая не только их потребности, но и текущее финансовое состояние.

Заключение

В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что процесс извлечения знаний при анализе потребностей на рынке обеспечивает повышение качества начальной стадии инновационного проектирования и создания новой продукции и услуг. Рассмотренный подход к проектированию и созданию продукции и услуг при выявлении новых потребностей клиентов на основе использования методов Data Mining может применяться в различных областях экономической деятельности.

Литература

1. Свиридова Л.Е. Практическое применение Data Mining // Аллея науки. 2019. Т. 2. № 2(29). С. 917–920.
2. Исайченкова В.В., Новикова А.В. Цифровизация как инструмент повышения эффективности бизнес-процессов // Modern Economy Success. 2019. № 3. С. 141–144.
3. Суворов С.В., Царькова Н.И., Спиридонова А.К. Анализ больших данных компании Uber Technologies Inc с помощью технологии Data Mining // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2019. № 7 (125). С. 21.
4. Симонов Н.А. Самоорганизующиеся карты Кохонена // Математические методы управления. 2019. С. 100–105.
5. Бобамурадов О.Д. Этапы извлечения знаний из электронных информационных ресурсов // Технические науки. Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). 2015. № 10 (19). С. 130–133.
6. Оськин А.Ф., Оськин Д.А. Извлечение знаний из баз данных с помощью нейро-нечеткой модели // Фундаментальные науки. Информационные технологии // Вестник полоцкого государственного университета. Серия С. 2018. № 12. С. 9–13.
7. Амурский К.А. Дрождин В.В. Слесарев Ю.Н. Проблема извлечения знаний в информационных системах // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. 2010. № 22. С. 96–98.

8. Лёзин И.А., Маркелов Д.Е. Извлечение знаний из больших массивов данных // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 4 (2). С. 334–339.
9. Пальчунов Д.Е. Поиск и извлечение знаний: порождение новых знаний на основе анализа текстов естественного языка // Философия науки. 2009. № 4 (43). С. 70–90.
10. Гладков Л.А., Щеглов С.Н. Современные тенденции развития технологий извлечения знаний // Известия ЮФУ. Технические науки. 2007. № 2. С. 95–100.
11. Игнатъев Н.А. Извлечение явных знаний из разнотипных данных с помощью нейронных сетей // Вычислительные технологии. 2003. Т. 8. № 2. С. 69–73.
12. Смоляков А.Л. Извлечение знаний из текстовой информации с помощью метода шаблонов // Вестник СПбГУ. 2008. № 10 (2). С. 44–50.
13. Шеменков П.С. Нейросетевой метод извлечения знаний на основе совместной встречаемости ключевых термов // T-Comm – Телекоммуникации и Транспорт. 2009. № 2. С. 42–43.
14. Нарушев И.Р. Нейронная сеть на основе самоорганизующейся карты Кохонена как средство выявления аномального поведения // Охрана, Безопасность, Связь. 2018. Т. 2. № 3 (3). С. 194–197.
15. Салахутдинов Р. З., Тиндова М. Г. Применение карты Кохонена для анализа цен объ-

ектов недвижимости // Вестник. 2006. № 13(2). С. 117–119.

16. Куликова О.М., Калугин В.Е., Пильник Н.Б., Гушина А.А. Исследование инновационного развития производства в регионах РФ с применением карт Кохонена // Фундаментальные исследования. 2015. № 2(25). С. 5639–5643.

17. Сябренко А.П., Тынченко В.С., Боcharова О.А., Орешенко Т.Г. Анализ результатов аттестации сотрудников предприятий с применением карт Кохонена // Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 6. С. 159–162.

18. Павлова А.И., Синельникова А.С., Чен-

таева Е.А. Исследование самоорганизующихся карт Кохонена // Современные материалы, техника и технологии. 2015. № 1 (1). С. 184–187.

19. Марков В.В. Методика извлечения и оценки знаний на основе нечёткой модели эксперта // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. № 7 (120). С. 137–141.

20. Наркевич А.Н., Серов А.А., Виноградов К.А., Наркевич А.А., Шадрин К.В. Использование самоорганизующихся карт Кохонена для анализа состояния регионов России по социально-значимым заболеваниям // Социальные аспекты здоровья населения. 2016. № 4. С. 9.

References

1. Sviridova L.Ye. Practical Application of Data Mining. *Alleya nauki = Alley of Science*. 2019; 2; 2(29): 917–920. (In Russ.)

2. Isaychenkova V.V., Novikova A.V. Digitalization as a tool to improve the efficiency of business processes. *Modern Economy Success = Modern Economy Success*. 2019; 3: 141–144. (In Russ.)

3. Suvorov S.V., Tsar'kova N.I., Spiridonova A.K. Analysis of big data of Uber Technologies Inc using Data Mining technology. *Upravleniye ekonomicheskimi sistemami: elektronnyy nauchnyy zhurnal = Management of economic systems: electronic scientific journal*. 2019; 7(125): 21. (In Russ.)

4. Simonov N.A. Self-organizing Kohonen maps. *Matematicheskiye metody upravleniya = Mathematical methods of control*. 2019: 100–105. (In Russ.)

5. Bobamuradov O.D. Stages of knowledge extraction from electronic information resources. *Tekhnicheskiye nauki. Yevraziyskiy Soyuz Uchenykh (YESU) = Technical sciences. Eurasian Union of Scientists (ESU)*. 2015; 10(19): 130–133. (In Russ.)

6. Os'kin A.F., Os'kin D.A. Extracting knowledge from databases using a neuro-fuzzy model // *Fundamental science. Information technologies. Vestnik polotskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya S = Bulletin of Polotsk State University. Series S*. 2018; 12: 9–13. (In Russ.)

7. Amurskiy K.A., Drozhdin V.V., Slesarev Yu.N. The problem of knowledge extraction in information systems. *Izvestiya Penzenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.G. Belinskogo = Izvestia of the Penza State Pedagogical University named after V.G. Belinsky*. 2010; 22: 96–98. (In Russ.)

8. Lozin I.A., Markelov D.Ye. Extracting knowledge from large data arrays. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk = Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2014; 16; 4(2): 334–339. (In Russ.)

9. Pal'chunov D.Ye. Search and extraction of knowledge: generation of new knowledge based on

the analysis of natural language texts. *Filosofiya nauki = Philosophy of Science*. 2009; 4(43): 70–90. (In Russ.)

10. Gladkov L.A., Shcheglov S.N. Modern trends in the development of knowledge extraction technologies. *Izvestiya YUFU. Tekhnicheskiye nauki = Izvestia SFedU. Technical science*. 2007; 2: 95–100. (In Russ.)

11. Ignat'yev N.A. Extraction of explicit knowledge from data of different types using neural networks. *Vychislitel'nyye tekhnologii = Computational technologies*. 2003; 8; 2: 69–73. (In Russ.)

12. Smolyakov A.L. Extracting knowledge from textual information using the template method. *Vestnik SPbGU = Bulletin of St. Petersburg State University*. 2008; 10(2): 44–50. (In Russ.)

13. Shemenkov P.S. A neural network method of knowledge extraction based on the co-occurrence of key terms. *T-Comm - Telekommunikatsii i Transport = T-Comm - Telecommunications and Transport*. 2009; 2: 42–43. (In Russ.)

14. Narushev I.R. A neural network based on a self-organizing Kohonen map as a means of detecting anomalous behavior. *Okhrana, Bezopasnost', Svyaz' = Security, Security, Communication*. 2018; 2; 3(3): 194–197. (In Russ.)

15. Salakhutdinov R.Z., Tindova M.G. Application of the Kohonen map for the analysis of real estate prices. *Vestnik = Bulletin*. 2006; 13(2): 117–119. (In Russ.)

16. Kulikova O.M., Kalugin V.Ye., Pil'nik N.B., Gushchina A.A. Research of innovative development of production in the regions of the Russian Federation using Kohonen maps. *Fundamental'nyye issledovaniya = Fundamental research*. 2015; 2(25): 5639–5643. (In Russ.)

17. Syabrenko A.P., Tynchenko V.S., Bocharova O.A., Oreshenko T.G. Analysis of the results of certification of employees of enterprises using Kohonen maps. *Nauchno-tekhnicheskiy vestnik Povolzh'ya = Scientific and technical bulletin of the Volga region*. 2018; 6: 159–162. (In Russ.)

18. Pavlova A.I., Sinel'nikova A.S., Chentayeva Ye.A. Study of self-organizing Kohonen maps. *Sovremennyye materialy, tekhnika i tekhnologii =*

Modern materials, equipment and technologies. 2015; 1(1): 184–187. (In Russ.)

19. Markov V.V. Methodology for extracting and assessing knowledge based on a fuzzy expert model. Izvestiya YUFU. Tekhnicheskiye nauki = Izvestia SFedU. Technical science. 2011; 7(120): 137–141. (In Russ.)

20. Narkevich A.N., Serov A.A., Vinogradov K.A., Narkevich A.A., Shadrin K.V. The use of self-organizing Kohonen maps to analyze the state of Russian regions in terms of socially significant diseases. Sotsial'nyye aspekty zdorov'ya naseleniya = Social aspects of population health. 2016; 4: 9. (In Russ.)

Сведения об авторах

Алексей Алексеевич Брызгалов

Аспирант кафедры прикладной информатики и информационной безопасности
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова,
Москва, Россия
bryzgalov.95@mail.ru

Елена Валерьевна Ярошенко

К.э.н. доцент кафедры прикладной информатики и информационной безопасности
Российский экономический университет
им. Г.В. Плеханова,
Москва, Россия
yaroshenko.ev@rea.ru

Information about the authors

Alexey A. Bryzgalov

Post-graduate student of the Academic Department of Applied Information Technology and Information Security
Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
bryzgalov.95@mail.ru

Elena V. Yaroshenko

Cand. Sci. (Economics), Associate professor of the Academic Department of Applied Information Technology and Information Security
Plekhanov Russian University of Economics,
Moscow, Russia
E-mail: yaroshenko.ev@rea.ru