

КОГНИТИВНЫЕ ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОДВИНУТОЙ БИЗНЕС-АНАЛИТИКИ

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия,
babochal@mail.ru

Аннотация. В исследовании рассматриваются модели для поддержки принятия решений в современных сложных и постоянно изменяющихся условиях. Исследуются возможности решения вопроса с помощью средств когнитивных систем моделирования, открывающих новую страницу в управлении сложными системами с учетом слабой структурированности и динамичности, основанной на гибридной системе, интегрирующей нечеткую когнитивную модель ситуации и нечеткую иерархическую модель оценивания. В работе рассмотрены инструменты, основанные на идеологии когнитивного моделирования (метод нечетких когнитивных карт и анализа иерархий Саати), а также модель гибридного ситуационного когнитивного картирования. Подобные подходы на основе интеллектуальных систем применяются в системах бизнес-аналитики для экономики знаний.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, когнитивные системы, когнитивные карты, нейро-нечеткие сети, нечеткие системы, предиктивная аналитика, прогнозирование, искусственный интеллект, нейронные сети.

Irina I. Ponyaeva,
Student

GIBRID COGNITIVE MODELS OF DECISION SUPPORT SYSTEMS INCLUDING ADVANCED BUSINESS-ANALYTICS TECHNOLOGIES

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russia,
babochal@mail.ru

Abstract. The paper discusses decision support systems in nowadays complex and ever-changing environment. The possibilities of solving the problem with the help of cognitive modeling systems, which open a new page in the management of complex systems, taking into account the weak structure and dynamism based on a hybrid system that integrates a fuzzy hierarchical assessment model and a fuzzy cognitive model of the situation, are discussed. The paper presents a tool, based on the ideology of cognitive modeling (the method of fuzzy cognitive maps and analysis of Saati hierarchies) and also

presents a model of hybrid situational cognitive mapping. Similar approaches are used in business intelligence systems for the knowledge economy based on intelligent systems.

Keywords: decision support system, cognitive systems, cognitive maps, neuro-fuzzy networks, fuzzy systems, predictive analytics, forecasting, artificial intelligence, neural networks.

Введение

Сегодня ключевым фактором успеха для компаний становится время реакции на изменения на рынке: чтобы не отставать от технологичной гонки за инновациями, бизнес компаниям приходится прибегать к внедрению множества интеллектуальных систем для автоматизации процессов, технологий хранения и анализа. В текущих условиях приходят на помощь когнитивные системы (далее – КС), с помощью методов которых можно получить хорошо интерпретируемые прогнозы развития ситуации и стратегии перевода их в целевое состояние.

Анализ уровня текущего состояния исследований по данному вопросу показывает, что существует достаточное количество работ, исследующих интеллектуальные средства поддержки принятия решений (далее – ИСППР) [6 – 10]. Однако они не уделяют особого внимания учету самого процесса познания в ходе накопления знаний и формализации обратной связи между субъектом и объектом ситуации, что усложняет проблему познания сложных систем и управления ими.

Цель исследования

Целью исследования является анализ технологий когнитивной бизнес-аналитики при принятии управленческих решений. Задачами в свою очередь являются: исследование инструментов продвинутой бизнес-аналитики (искусственного интеллекта, нейронных сетей, и т. д.) в когнитивных системах, построение когнитивных карт для принятия управленческих решений. В работе внимание уделяется искусственным когнитивным системам, которые присущи машинам с признаками искусственного интеллекта и обладающим когнитивной функцией.

Методы исследования

Для решения поставленных задач применялись методы формальной логики, аналитического исследования, экспертной оценки, сравнения и моделирования, картографический метод.

Когнитивные технологии, применительно к экономике и управлению, изучают модели принятия экономических решений в сознании человека. В качестве наиболее важного прикладного направления когнитивной науки отметим когнитивную бизнес-аналитику, основные задачи которой базируются на принципах когнитивного анализа, моделирования и управления знаниями:

экспертной ИСППР, когнитивный менеджмент и когнитивная поддержка задач прогнозирования [5].

Рассматривая процесс разработки когнитивных систем, можно заметить, что относительно классических алгоритмов происходит смена парадигмы моделирования в сторону поиска когнитивных маршрутов, управления данными и обучаемых алгоритмов.

Новые направления моделирования связаны с такими областями как экспериментальная, поведенческая и когнитивная экономики [4, 6, 12] и возникают на их пересечении (рис. 1).

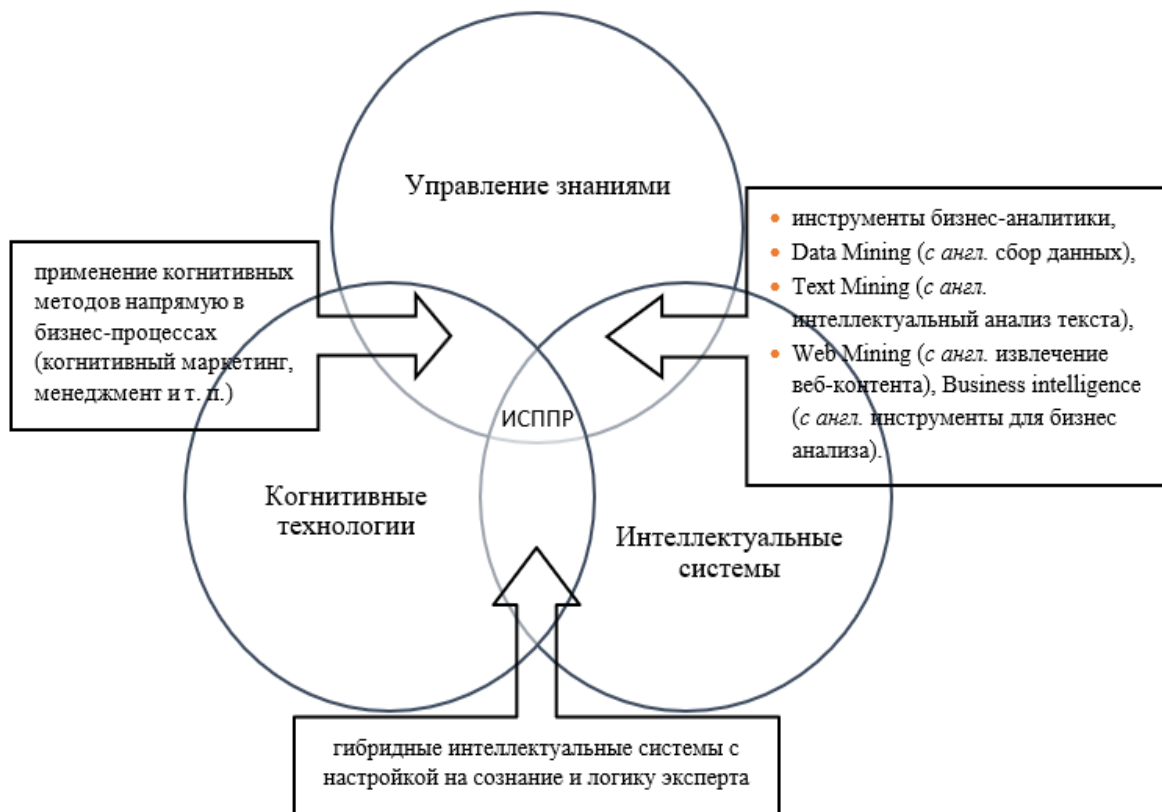


Рис.1. Роль когнитивных технологий в системе поддержки принятия решений
Источник: составлено автором

На пересечение всех трех областей в экономике лежат системы бизнес-аналитики для экономики знаний на основе ИСППР. Данная область также включает оценку неструктурированных данных сложных систем на основе когнитивного моделирования (включая этапы первичного анализа ситуации и конечного выбора наилучшей альтернативы) [9].

Среди когнитивных методов анализа, широко использующихся ИСППР, отдельно отметим когнитивные карты, аналитические сети Саати и знаковые графы. Задачи, решаемые с их помощью, детерминируют влияние факторов ситуации и прогнозов ее развития.

Для выбора оптимального бизнес-решения и выявления неявных возможностей, влияющих на стратегию развития бизнеса (с учетом влияния среды и информационных ограничений), в настоящее время часто прибегают к методам предиктивного анализа [8]. Обобщенный вариант КС на основе предиктивной аналитики не обладает автоматическим моделированием, в некоторой степени он больше похож на автоматизированную СППР, где велико значение лица, принимающего решение [13].

В настоящее время для моделирования сложных систем все чаще прибегают к таким инструментам, как когнитивные сети и гибридные модели. Данные инструменты представляют особый интерес для данного исследования, так как базируются на теории нечетких множеств, когнитивных карт (далее – КК), нейронных сетей и т. д. [3].

Нечеткие когнитивные карты (далее – НКК) совмещают в себе свойства нечетких систем и нейронных сетей, которые, с точки зрения искусственного интеллекта, способны к обучению: с увеличением числа доступных данных для моделирования, увеличивается масштабируемость НКК (для выработки подходящего решения).

В качестве примера можно привести интегрированную модель ИСППР, которая с учетом слабой структуры динамики включается в себя как нечеткую иерархическую модель (далее – НИМ) оценивания, так и когнитивную модель ситуации (далее – КМ). Несмотря на то, что обе эти модели описывают одну и ту же ситуацию, происходит это под разной призмой взглядов.

Иерархическая модель описывает ситуацию с ракурса управления ситуацией, в которой экспертом на основе личных предпочтений определяются значения множества листовых критериев (шкалы) и их весов. В динамической модели изменения значений факторов описываются отдельно от степени их важности для выполнения цели. Их интеграция в отличие от единоличных свойств поддерживает все этапы поддержки принятия управленческого решения [2].

В анализ ситуации включается этап декомпозиции экспертной цели (методология «снизу вверх» для НИМ), структурной и функциональной декомпозиции ситуации, позволяющей с системных позиций описать поведение ее динамики. Генерация решений (альтернатив) здесь осуществляется с помощью КМ. Выбор наилучшего решения осуществляется через оценку прогнозов развития ситуации, полученных интегрированной системой.

КК элементов ситуации основывают КК сложной ситуации, построение которых дает возможность расширить множество факторов КМ до уровня, позволяющего подробно описать ситуацию и

приблизиться к уровню описания ситуации в НИМ. Экспертом здесь определяются подходящие по содержанию листовым критериям НИМ факторы КМ. Определив их, эксперт находит подмножество факторов взаимосвязи (Ф) [14].

В рамках данного исследования в качестве примера была проведена декомпозиция «Часть – Целое» проблемы инновационного развития бизнеса (в разрезе внедрения нового продукта/проекта). Составными частями ситуации определены: компания (бизнес), персонал, маркетинг и НИОКР. На рисунке 2 перечислены основные признаки составных частей (в соответствующих блоках), являющихся факторами КК, которая в свою очередь, представлена на рисунке 3. Причинно-следственные отношения между факторами и веса связей были определены экспертным путем.

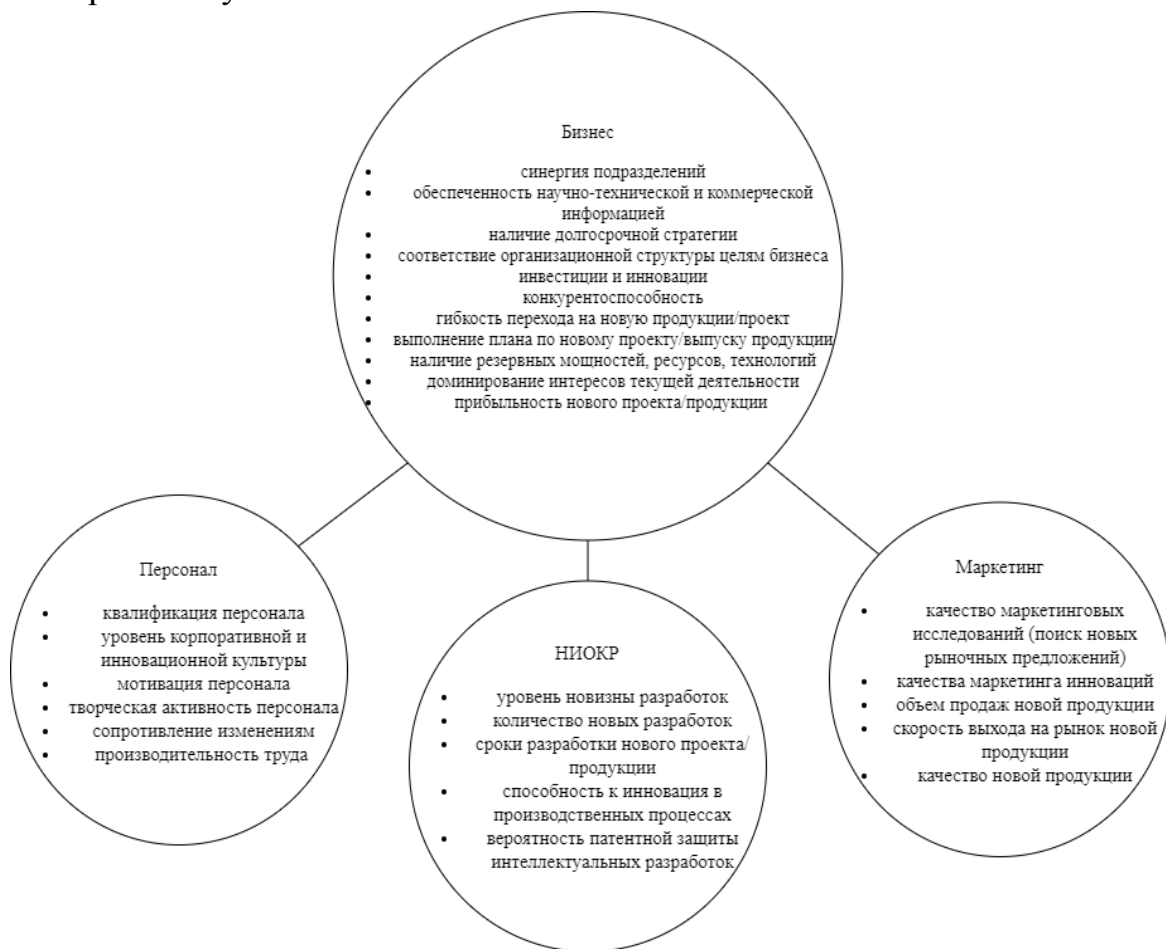


Рис. 2. Результат декомпозиции «Часть–Целое» проблемы инновационного механизма развития бизнес-организации
Источник: составлено автором на основании [7]

Альтернативные решения, присущие интегрированной системе определяются не заранее, а непосредственно при моделировании динамики ситуации. В связи с этим требуется построить значения для критериев НИМ на основе шкал–факторов КМ.

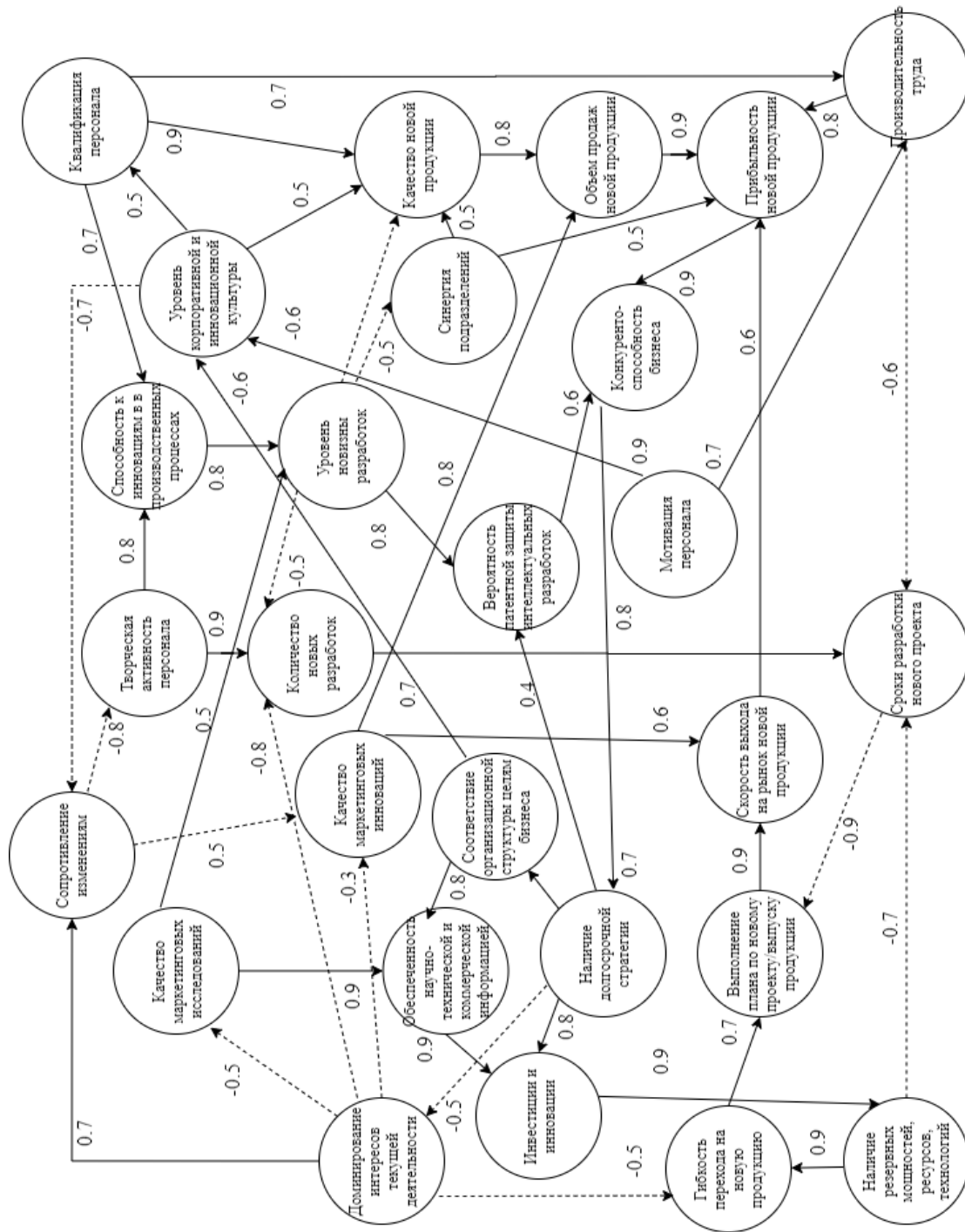


Рис. 3. Когнитивная карта ситуации инновационного механизма развития бизнеса
 Источник: составлено автором

Оценки достижимости цели для каждой альтернативы, полученные с помощью ИМ, согласно расчетам равны: $K_1 = 0,47114$ «Улучшение прогресса инновационного развития компании»; $K_2 = 0,4603$ «Уменьшение доли затрат на разработку и внедрение инноваций»; $K_3 = 0,47369$ «Увеличение уровня интеллектуальной деятельности»; $K_4 = 0,47807$ «Усиление уровня технического состояния».

Сопоставив оценки достижимости генеральной цели альтернативам по гибридной модели (рис. 4), определили, что наилучшей альтернативой в рассматриваемом случае выступает вариант K_4 , вслед за которым далее идут альтернативы K_3 , K_1 и K_2 .

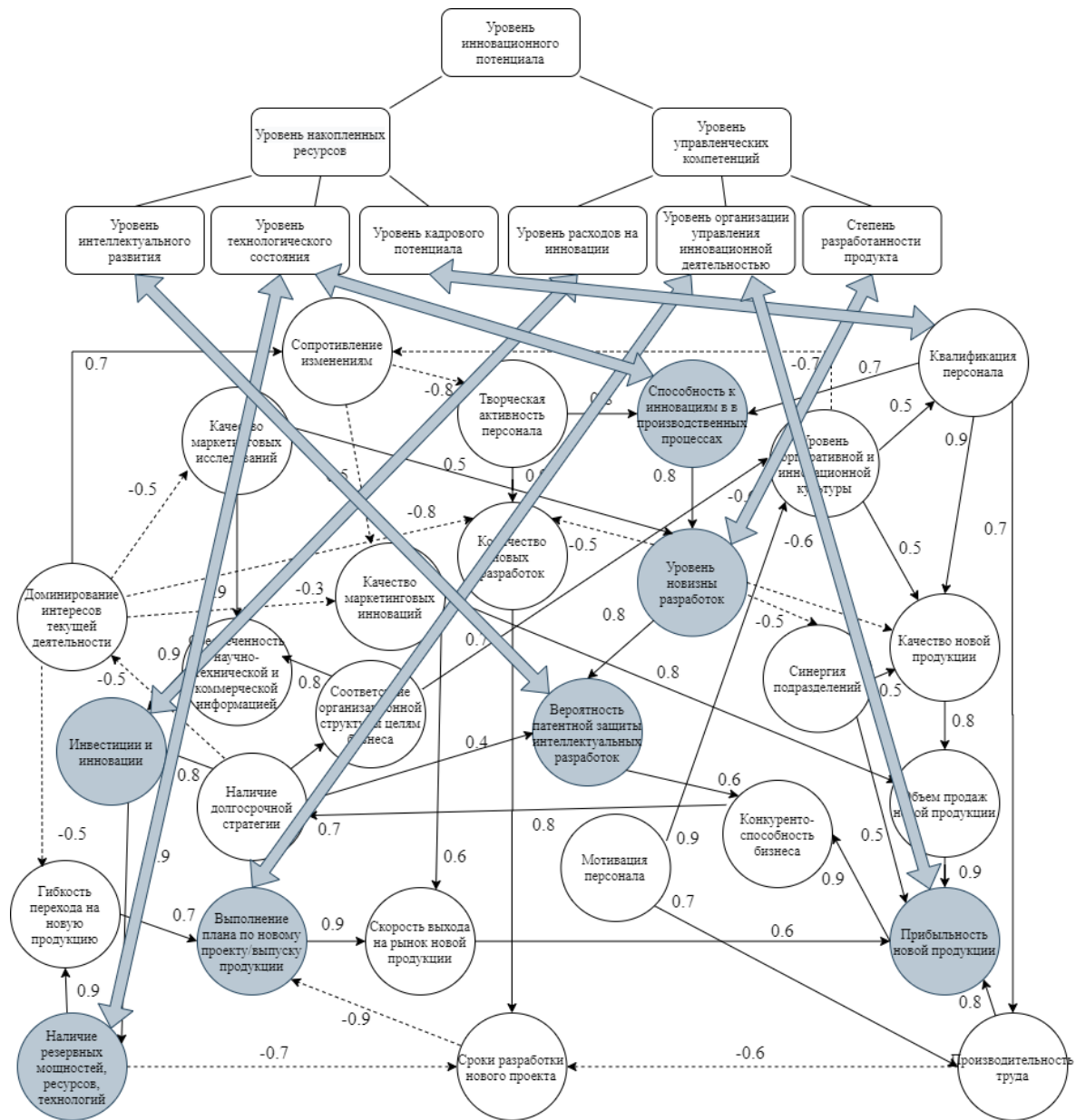


Рис. 4. Гибридная модель поддержки принятия управленческого решения
 Источник: составлено автором

Стоит также отметить, что интегрированная модель обладает возможностью генерации альтернатив в зависимости от изменений текущей ситуации.

Полученные результаты

В работе определена интегрированная модель ППР и показана эффективность создания интегрированной гибридной модели ППР, включающей методы НКК и анализа иерархий Саати. Проведенное ситуационное когнитивное картирование инновационного развития бизнес-организации решает задачу выявления причинно-следственных связей между основными категориями (сфера деятельности, персонал, маркетинг и НИОКР) и позволяет оценить уровень инновационного потенциала компании.

Направления дальнейших исследований

Подводя итоги, необходимо отметить, что развитие когнитивных технологий и создание инновационной экосистемы, связанные с эпохой новой промышленной революции, послужат подспорьем для процесса удешевления производства. В этих условиях особый интерес представляет развитие систем продвинутой аналитики, которые с учетом вызовов цифровой экономики способны предоставить бизнес-технологии принципиально нового уровня.

Список литературы

1. Аверкин А.Н., Ярушкв С.А., Авылов В.Ю. Когнитивные гибридные системы поддержки принятия решений и прогнозирования // Программные продукты и системы. 2017. Т. 30. № 4. С. 632–642.
2. Брылина И.В. Когнитивные технологии и их роль в реализации идеи «нового горизонта» управленческих стратегий // Идеи и идеалы. 2018. № 4. Т. 2. С. 181–192. DOI: 10.17212/2075-0862-2018-4.2-181-192.
3. Жайлауов Е.Б., Белик Е.Б., Денисов И.В. Представление бизнес-модели как когнитивной системы // Вопросы инновационной экономики. 2019. Том 9. № 4. С. 1525–1534. DOI: 10.18334/vines.9.4.41356.
4. Зацаринный А. А., Шабанов А. П. Модели и методы когнитивного управления ресурсами цифровой платформы // Системы управления, связи и безопасности. 2019. № 1. С. 100–122. DOI: 1024411/24109916-2019-10106.
5. Караев Р.А., Микаилова Р.Н., Сафарли И.И., Садыхова Н.Ю., Имамвердиева Х.Ф. Когнитивные инструменты для динамического анализа бизнес-стратегий предприятий // Бизнес-информатика. 2018. № 1 (43). С. 7–16. DOI: 10.17323/1998-0663.2018.1.7.16.
6. Кравченко Т.К., Исаев Д.В. Системы поддержки принятия решений: учебник и практикум для вузов. М.: Издательство Юрайт, 2020. 292 с. ISBN 978-5-9916-8563-4.
7. Петров А.Н., Сулейманкадиева А.Э., Петров М.А. Управление инновационными рисками корпорации в условиях когнитивной экономики // Вопросы инновационной экономики. 2019. Том 9. № 4. С. 1543–1556. DOI: 10.18334/vines.9.4.41307.

8. Поняева И.И., Никоненко А.В., Ливинцова М.Г. Анализ подходов к управлению цифровой трансформацией в организациях // Неделя науки СПбПУ. Материалы научной конференции с международным участием. ИПМЭиТ. В 3-х частях. СПб.: Политех-Пресс, 2019. С. 40–43.

9. Суслова, Е. В. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений // Молодой ученый. 2017. № 3 (137). С. 171–174.

10. Шабанов Р. М., Микушин Н. А. Интеллектуальная информационная система поддержки принятия решений // Молодой исследователь Дона. 2019. №4 (19). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnaya-informatsionnaya-sistema-podderzhki-prinyatiya-reshenii> (дата обращения: 25.05.2020).

11. Ярушев С.А., Аверкин А.Н. Модулярная система прогнозирования на основе нечетких когнитивных карт и нейро-нечетких сетей // Труды VII Всероссийской науч.-практич. конференции «Нечеткие системы, мягкие вычисления и интеллектуальные технологии» (НСМВИТ-2017). 03-07 июля 2017 г., Санкт-Петербург, Россия. СПб: Политехника-сервис, 2017. С. 189–197.

12. Dogru A.K., Keskin B.B. AI in operations management: applications, challenges and opportunities // Journal of Data, Information and Management. 2020. Vol. 2 (June 2020). Publisher: Springer-Verlag, 2020. P. 67–74. DOI: 10.1007/s42488-020-00023-1.

13. Lee J., Jin C., Liu Z. Predictive Big Data Analytics and Cyber Physical Systems for TES Systems // Redding L., Roy R., Shaw A. (eds.) Advances in Through-life Engineering Services. Decision Engineering. Springer, Cham, 2017. P. 97–112. DOI: 10.1007/978-3-319-49938-3_7.

14. Papageorgiou E.I., Poczta K. A two-stage model for time series prediction based on fuzzy cognitive maps and neural networks // Neurocomputing. 2017. Vol. 232. P. 113–121.

УДК 338.226

doi:10.18720/SPBPU/2/id20-199

Саак Андрей Андреевич,

руководитель направления цифровая платформа образования

КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ РЫНКА ТРУДА НА ПРИМЕРЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

«Сбербанк», Москва, Россия, andrey614408@yandex.ru

Аннотация. В работе была поставлена актуальная задача исследования российского регионального рынка труда в настоящее время по данным Краснодарского края. В качестве инструмента исследования было выбрано когнитивное моделирование сложных систем, являющееся современным инструментом имитационного моделирования структуры и поведения сложных систем. Приведены данные моделирования в виде когнитивной карты рынка труда и сценариев развития ситуаций при предполагаемых изменениях внутренней и внешней среды рынка. Проанализирован сценарий учетом действия государственной молодежной политики.