

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ КОМПЕТЕНЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

И.Н. Калиновская*

Аннотация. Рассматриваются технологии искусственного интеллекта для моделирования иерархической структуры компетенций. Предлагается методика, применяющая алгоритмы машинного обучения для выявления и классификации ключевых компетенций, а также их взаимосвязей и зависимостей. Анализируются основные этапы процесса моделирования: от сбора и анализа данных до визуализации полученной иерархической структуры. Результаты исследования могут быть применены в учреждениях образования, корпоративном обучении, HR-отделах для оптимизации процессов подбора и обучения персонала, а также для создания Национальной системы квалификации Республики Беларусь, Национальной рамки квалификаций и профессиональных стандартов.

Ключевые слова: цифровые источники данных, технологии искусственного интеллекта, рынок труда, иерархия компетенций, кадровая служба, интерпретационное структурное моделирование.

JEL-классификация: J24, M53.

DOI: 10.46782/1818-4510-2023-3-84-96

Материал поступил 29.08.2023 г.

В условиях глобализации и быстрого технологического развития современные организации сталкиваются с необходимостью адаптации к постоянно меняющимся требованиям рынка труда. Одним из ключевых факторов успешности в этом процессе является способность компаний эффективно управлять компетенциями своих сотрудников, а также оценивать и прогнозировать потребности в новых профессиональных навыках.

Традиционные методы формирования и управления компетенциями, основанные на экспертных оценках и стандартизированных подходах, не всегда могут обеспечить необходимую гибкость и оперативность. В связи с этим возникает потребность в новых инструментах и методологиях, которые позволили бы автоматизировать и оптимизировать процессы выявления, анализа и формирования компетенций.

Целью данного исследования является разработка методики выявления и устране-

ния несоответствий между имеющимися и востребованными компетенциями на рынке труда, которая основана на моделировании иерархической структуры компетенций и использует технологии искусственного интеллекта. При этом задачами исследования выступают:

разработка методики сбора, обработки и анализа данных о компетенциях;

анализ существующих методов и подходов к формированию иерархических структур компетенций, выявление их преимуществ и недостатков;

проектирование и реализация алгоритмов для формирования иерархической структуры компетенций на основе анализа данных. Визуализация полученной иерархической структуры для удобства интерпретации и применения в практической деятельности;

тестирование разработанной методики.

Разработка и внедрение методики моделирования иерархической структуры

* Калиновская Ирина Николаевна (i-kalinovskaya@yandex.by), кандидат технических наук, Витебский государственный технологический университет (г. Витебск, Беларусь); <https://orcid.org/0000-0002-6622-2875>

Для цитирования: Калиновская И.Н. 2023. Моделирование иерархической структуры компетенций с применением технологий искусственного интеллекта. *Белорусский экономический журнал*. № 3. С. 84–96. DOI: 10.46782/1818-4510-2023-3-84-96

компетенций с использованием технологий искусственного интеллекта позволит:

осуществлять более быстрый и точный анализ резюме кандидатов, сравнивая их компетенции с требованиями конкретной вакансии;

формировать индивидуальные программы обучения кадров;

выявлять потенциальные области для профессионального роста сотрудников, предлагая им необходимые курсы и тренинги;

стандартизировать и классифицировать профессиональные компетенции на национальном уровне;

систематически анализировать изменения на рынке труда и разработать рамку квалификаций в соответствии с его актуальными требованиями;

создавать и обновлять профессиональные стандарты, обеспечивая их соответствие реальным потребностям экономики.

Таким образом, данная методика станет ключевым элементом для повышения эффективности управления человеческими ресурсами в организациях и формирования национальной системы образования и квалификации в Республике Беларусь.

Методика сбора, обработки и анализа данных о компетенциях

Учитывая практику формирования базы данных для проведения исследований рынка труда, можно выделить в качестве источников информации:

- административные – данные, созданные и собранные государственными или частными организациями для выполнения их административных, коммерческих или операционных функций (в частности, данные обследований домашних хозяйств по проблемам занятости населения, информация государственной службы занятости, должностные инструкции и другие регламентирующие документы организаций, Общегосударственный классификатор Республики Беларусь (ОКРБ 014-2017 «Занятия»), Общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 011-2009 «Специальности и квалификации», международный классификатор ESCO (European Skills/Competences, Qualifications and Occupations),

международный классификатор ISCO-08 (International Standard Classification of Occupations), международный классификатор образования ISCED (International Standard Classification of Education));

- статистические – данные, собранные и обработанные статистическими органами или другими организациями для целей анализа, интерпретации и предоставления информации о различных явлениях или процессах (в частности, данные статистических сборников «Статистический ежегодник Республики Беларусь», «Труд и занятость в Республике Беларусь»);

- цифровые – электронные системы или платформы, которые собирают, хранят и предоставляют доступ к информации в цифровой форме. Они представляют собой базы данных, веб-сайты, облачные хранилища, сенсоры, социальные сети, мобильные приложения и другие цифровые платформы или устройства (в частности, порталы трудоустройства Belmeta.com, Jobs.by, Praca.by, социальные сети – ВКонтакте, Facebook, профессиональные социальные сети – Мой круг, LinkedIn, сайт государственной службы занятости – GSZ.by, образовательные платформы – Skillbox, Geekbrains, платформы и сервисы по подбору персонала, карьерные страницы сайтов компаний, сайты кадровых и рекрутинговых агентств, центры содействия трудоустройству выпускников в университетах).

Проведенный анализ информационных ресурсов выявил, что сведения о компетенциях и навыках в свободном доступе и наибольшем объеме представлены в административных (Общегосударственный классификатор ОКРБ 014-2017 «Занятия», ОКРБ 011-2009 «Специальности и квалификации», международный классификатор ESCO и ISCO-08) и цифровых источниках данных.

Формирование эмпирической базы исследований рынка труда, включающей должности, компетенции и навыки специалистов, осуществлялось по авторской методике извлечения, очистки, классификации и визуализации цифровой информации (Vankevich, Kalinouskaya, 2021), автоматизированной и реализованной в виде

программного продукта на базе искусственного интеллекта. Разработанная методика представляет собой процесс получения информации, включающий:

1) извлечение вакансий и резюме из цифровых источников с применением технологий больших данных, фреймворка Scrapy, планировщика задач Airflow (Ванкевич, 2020);

2) обработку полученных текстовых данных (токенизацию, удаление стоп-слов и пунктуации, нормализацию, стемминг и лемматизацию) и приведение их к единому виду (Ванкевич, Калиновская, 2020);

3) дедубликацию данных с помощью программного продукта на базе искусственного интеллекта, позволяющего вычислять схожесть текстовых документов по их векторному представлению (Калиновская, 2021);

4) извлечение должностей, компетенций и навыков из вакансий и резюме и их классификацию по Общегосударственному классификатору Республики Беларусь «Занятия», международному классификатору ESCO и ISCO-08 с использованием нейросетевой языковой модели USE (Universal Sentence Encoder) (Vankevich, Kalinouskaya, 2020);

5) передачу обработанных и классифицированных данных в систему управления базами данных ClickHouse и их представление с помощью аналитической платформы Superset (Ванкевич, Горовой, Калиновская, 2021; Калиновская, 2020).

Применение методики извлечения, очистки, классификации и визуализации цифровой информации на базе технологий Big Data и искусственного интеллекта позволило сформировать эмпирическую базу исследований, включающую 127 тыс. вакансий, 519 тыс. резюме, 317,5 тыс. компетенций и навыков.

Анализ методов и подходов к формированию иерархических структур компетенций

С целью выбора оптимального метода формирования иерархических структур проведен анализ подходов и применяемого математического аппарата, который показал, что для решения вопросов установления причинно-следственных связей среди ключевых ком-

петенций специалистов в разрезе отрасли или организации авторами научных работ применяются интерпретационное структурное моделирование (ИСМ-анализ), построение матрицы перекрестного влияния и зависимости факторов системы (МІСМАС-анализ), разработка сетевой модели причинно-следственных факторов с расчетом силы влияния (DEMATEL-анализ).

Интерпретационное структурное моделирование – методика, используемая для анализа сложных социотехнических систем и идентификации структурных отношений между определенными элементами или переменными системы, способствующая определению уровней иерархии или последовательности между элементами в планировании, принятии решений и управлении (Rezaeian, Bagheri, 2018; Jharkharia, Shankar, 2005). Использование интерпретационного структурного моделирования в анализе компетенций позволяет выявлять взаимосвязи навыков, разрабатывать их иерархию, выделять базовые и критические навыки, визуализировать полученные результаты через построение графа.

К достоинствам использования интерпретационного структурного моделирования при формировании иерархии компетенций и навыков относятся:

- структурированность (позволяет систематически анализировать и визуализировать взаимосвязи различных компетенций и навыков);
- визуализация взаимосвязей (дает графическое представление взаимосвязей различных элементов, что облегчает понимание и интерпретацию сложных систем);
- глубокий анализ (обеспечивает детальное изучение взаимосвязей и зависимостей, выявляющих ключевые компетенции и навыки);
- гибкость (адаптируется к различным организациям и отраслям);
- поддержка в принятии решений (является основой для разработки стратегий обучения и развития, а также для определения приоритетов в развитии организации и ее человеческих ресурсов).

Недостатки использования ИСМ-анализа:

- сложность (требует специальных знаний и навыков);

- субъективность (результаты зависят от экспертных оценок и мнений);

- необходимость обновления (с течением времени компетенции и навыки подвержены изменениям, что требует регулярного обновления моделей).

Построение классификационной матрицы перекрестного влияния и зависимости факторов – подход, используемый для анализа и идентификации взаимосвязей различных элементов или переменных системы, позволяющий определять взаимодействие факторов на различных уровнях иерархии, выявлять ключевые факторы, оказывающие наибольшее влияние на систему в целом (Duleba, Shimazaki, Mishina, 2013). МІСМАС-анализ при исследовании компетенций применяется с целью классификации навыков на автономные (характеризуемые незначительной величиной влияния и зависимости от других навыков), зависимые (подверженные сильному воздействию со стороны других навыков и не способные давать обратную связь), независимые (отличающиеся высокой степенью влияния и невысокой зависимостью от других навыков) и взаимосвязанные (обладающие высокой зависимостью и сильным влиянием).

Достоинства использования МІСМАС-анализа:

- выявление ключевых факторов (помогает определить, какие элементы или переменные оказывают наибольшее влияние на систему и какие из них наиболее важны для учета при принятии решений);
- применение матричного подхода к визуализации полученных результатов (менее трудоемкого, чем при ИСМ и DEMATEL-анализе).

Недостатки МІСМАС-анализа:

- ограниченность в глубине анализа (не дает глубокого понимания причинно-следственных связей);
- наличие данных, требующих дополнительной подготовки и очистки;
- зависимость от экспертных оценок.

Разработка сетевой модели причинно-следственных факторов с расчетом силы влияния (DEMATEL-анализ) – подход, предназначенный для идентификации компонентов причинно-следственной цепи

сложной системы, направленный на оценку взаимозависимых отношений факторов и выявление критически важных из них с помощью визуальной структурной модели (Miranda, Lee, Lee, 2011; Camisyn, Forés, 2010). DEMATEL-анализ используется для выявления наиболее значимых и важных в профессии навыков с определением силы их влияния.

Достоинства DEMATEL-анализа:

- определение причинно-следственных связей между компетенциями и навыками;
- предоставление количественных результатов, облегчающих интерпретацию и сравнение.

Недостатки DEMATEL-анализа:

- требование большого количества данных о взаимосвязях элементов;
- сложность интерпретации при наличии большого числа элементов;
- зависимость от экспертных оценок.

В результате анализа возможностей, достоинств и недостатков выявленных методов и подходов в составлении иерархии компетенций и навыков с учетом необходимых знаний и трудозатрат интерпретационное структурное моделирование выбрано в качестве инструмента формирования иерархических структур, состоящих из компетенций и навыков.

Разработка алгоритма формирования иерархической структуры компетенций на основе ИСМ-анализа данных

Алгоритм формирования иерархической структуры компетенций на основе ИСМ-анализа данных включает ряд взаимосвязанных этапов.

1. Подготовка данных: сбор информации о компетенциях и навыках в вакансиях изучаемой должности (региона, отрасли и т. д.) в сформированной эмпирической базе данных (см. методику сбора, обработки и анализа данных о компетенциях).

2. Создание структурной матрицы смежности: с помощью группы экспертов компетенции и навыки кодируются, из них формируется структурная матрица смежности A ($A = [a_{ij}]_{i \times j}$) размером $n \times n$ (n – количество уникальных компетенций и навыков, их групп), описывающая взаимодействия каждого навыка с другими, что по-

зволяет выявить контекстные связи между ними. При этом данные о взаимодействии конвертируются в бинарные значения 0 и 1. Показатель a_{ij} в матрице А отражает взаимодействие навыков C_i и C_j ; если $a_{ij} = 1$ и $i \neq j$, то C_i оказывает прямое влияние на C_j ; при $a_{ij} = 0$ и $i \neq j$ C_i не оказывает прямого влияния на C_j .

3. Построение матрицы достижимости, отражающей все возможные пути, прямые и косвенные, между элементами системы. Для заполнения матрицы достижимости последовательно возводят матрицу смежности в степени, начиная со второй. При умножении матриц единица проставляется в ячейке пересечения строки А и столбца Б, если существует хотя бы один путь из А в Б длиной не более текущей степени матрицы. Процесс возведения в степень останавливается, когда очередное умножение не добавляет новых единиц в матрицу достижимости. Таким образом, формируется финальная матрица достижимости, отражающая все связи между элементами системы. Построение матрицы достижимости доступно в программном продукте Excel с помощью функции «МОБР».

4. Составление иерархии компетенций и навыков. Элементы, которые не достижимы ни из каких других элементов системы, помещаются на самый верхний уровень иерархии. Далее рассматриваются элементы, достижимые только из элементов верхнего уровня – они помещаются на следующий уровень. Затем анализируются элементы, которые достижимы из элементов верхних уровней, но не достижимы из элементов своего уровня – они перемещаются на один уровень вверх. Итерационный процесс повторяется до тех пор, пока все элементы не займут свое место в иерархии. В результате формируется многоуровневая иерархическая структура системы, где элементы верхнего уровня являются самыми независимыми, а нижнего – наиболее зависимыми. Разбиение компетенций и навыков на уровни иерархии доступно в программном продукте Excel: с помощью формулы =ЕСЛИ(МАКС(ВА1:ВАi)=0;1;0) выявляются элементы верхнего уровня; ЕСЛИ(И(МАКС(ВА1:ВАi)>0;МАКС(ВВ1:ВВi)=0);1;0) – элементы 2 уровня и т. д.

5. Построение итоговой матрицы и направленного графа. Итоговая матрица включает в себя распределенные по уровням компетенции и навыки и является объектом визуализации, полученной в результате исследований иерархии.

Построение направленного графа используется для графического представления иерархии и отображения взаимосвязей ее элементов. Построение направленного графа выполняется следующим образом:

- вершины графа соответствуют элементам системы;
- дуги (направленные связи) проводятся от одних вершин к другим и отражают наличие прямых взаимосвязей соответствующих элементов;
- направление дуги указывает направление влияния: от исходного элемента к элементу, на который он воздействует;
- элементы системы располагаются на графе таким образом, чтобы минимизировать пересечения дуг.

Итоговая матрица и направленный граф предоставляют уникальную информацию о содержании и классификации по уровням иерархии компетенций и навыков, что является ценными данными для создания Национальной системы квалификации Республики Беларусь, Национальной рамки квалификаций и профессиональных стандартов.

6. Повторение этапов 1–6 для компетенций, извлеченных из резюме, с целью сопоставления имеющихся у соискателей компетенций и навыков с требованиями рынка труда.

7. Установление траектории обучения компетенциям (навыкам) осуществляется с помощью анализа графов, построенных на основании данных из резюме и вакансий, и заключается:

в классификации навыков на базовые и критические;

в выявлении компетенций, формируемых навыками, и иерархии их взаимосвязи (т. е. определяется, через какие навыки и уровни происходит подчинение дефицитного навыка указанной компетенции), что позволяет установить траекторию обучения данной компетенции.

Апробация разработанной методики

В исследовании в качестве предмета анализа взяты компетенции специалистов кадровых служб организаций, поскольку именно от них во многом зависят качество нанимаемого персонала, скорость его адаптации, эффективность развития, мотивация и пр., что, в свою очередь, отражается на результативности и конкурентоспособности организации в целом.

Формирование эмпирической базы компетенций и навыков специалистов кадровых служб осуществлялось с использованием цифровых источников данных по авторской методике извлечения, очистки, классификации и визуализации информации с применением технологий Big Data и искусственного интеллекта (Vankevich, Kalinouskaya, 2021). Это позволило извлечь 631 вакансию и 1280 резюме, размещенных на цифровых площадках по поиску работы с января 2021 г. по июль 2022 г. включительно по должностям, соответствующим кодам начальной группы занятий Общегосударственного классификатора Республики Беларусь ОКРБ 014-2017 «Занятия»: 1212 «Руководители структурных подраз-

делений по кадрам и трудовым отношениям», 2423 «Специалисты-профессионалы в области подбора и использования персонала», 2424 «Специалисты-профессионалы в области подготовки и развития персонала», 4416 «Работники по ведению кадровой документации». В результате обработки собранных данных выделено 1159 компетенций и навыков, извлеченных из текста вакансий, и 1694 компетенции и навыка, указанных в резюме.

Далее с помощью технологий искусственного интеллекта полученные компетенции и навыки объединялись в группы и систематизировались по международному классификатору ESCO (European Skills/Competences, Qualifications and Occupations), с которым гармонизирован Общегосударственный классификатор Республики Беларусь «Занятия» (ОКРБ 014-2017). Для группировки и кодирования компетенций и навыков применялся раздел классификатора ESCO «Навыки» (табл. 1).

На следующем этапе исследований проводилось интерпретационное структурное моделирование взаимодействия и иерархии компетенций и навыков специалистов кадровых служб, включающее пост-

Таблица 1

Классификация и кодирование компетенций и навыков специалистов кадровых служб организаций Республики Беларусь

Обозначение компетенций и навыков (код)	Компетенции и навыки
C ₁	<i>Профессиональные компетенции специалистов кадровых служб, S</i>
C ₂	Коммуникация, сотрудничество и творчество, S1
C ₇	Работа в команде
C ₈	Обучение и развитие персонала
C ₉	Ведение деловой переписки
C ₁₀	Управление HR-брендом в социальных сетях
C ₁₁	Умение коммуницировать
C ₃	Информационные навыки, S2
C ₁₂	Работа с большим объемом информации
C ₄	Помощь и забота, S3
C ₁₃	Адаптация персонала
C ₅	Управленческие навыки, S4
C ₁₄	Ведение деловой документации
C ₁₅	Составление штатного расписания
C ₁₆	Администрирование приема, перевода и увольнения сотрудников
C ₆	Работа с компьютером, S5
C ₁₇	Владение «1С: Предприятие 8. Зарплата и управление персоналом»
C ₁₈	Владение офисными программами (Microsoft Office)
C ₁₉	Автоматизация кадрового документооборота

Источник. Авторская разработка.

роение матрицы смежности компетенций специалистов, матрицы достижимости, итоговой матрицы и направленного графа иерархии компетенций и навыков.

Из компетенций, выявленных по данным вакансий, группой из 10 экспертов

формировалась матрица смежности А ($A = [a_{ij}]_{19 \times 19}$) (табл. 2).

Затем строилась матрица достижимости (табл. 3).

По данным матрицы достижимости формировалась иерархия компетенций и

Таблица 2

Матрица смежности компетенций и навыков, извлеченных из вакансий, А

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈	C ₁₉
C ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₂	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₃	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₄	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₅	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₆	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₇	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
C ₈	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₉	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₁₀	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₁₁	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
C ₁₂	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C ₁₃	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C ₁₄	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
C ₁₅	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₁₆	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C ₁₇	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
C ₁₈	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
C ₁₉	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Источник. Авторская разработка.

Таблица 3

Матрица достижимости компетенций и навыков, извлеченных из вакансий

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈	C ₁₉
C ₁	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₂	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₃	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₄	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₅	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₆	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₇	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
C ₈	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₉	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₁₀	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₁₁	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1
C ₁₂	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
C ₁₃	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
C ₁₄	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
C ₁₅	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
C ₁₆	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
C ₁₇	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1
C ₁₈	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1
C ₁₉	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Источник. Авторская разработка.

навыков специалистов, в результате чего строились итоговая матрица (табл. 4) и направленный граф (рис. 1).

Анализ интерпретационного структурного моделирования взаимодействия и иерархии компетенций и навыков специа-

Таблица 4

Итоговая матрица компетенций и навыков, востребованных на рынке труда работодателями специалистов кадровых служб организаций Республики Беларусь

Уровень	Код переменных, включенных в уровень	Содержание переменных
L ₁ (верхний)	C ₁	Профессиональные компетенции специалистов кадровых служб
L ₂	C _{2, C₃, C₄, C₅, C₆}	Коммуникация, сотрудничество и творчество, информационные навыки, помощь и забота, управленческие навыки, работа с компьютером
L ₃	C _{8, C₉, C₁₀, C₁₅, C₁₉}	Обучение и развитие персонала, ведение деловой переписки, управление HR-брендом в социальных сетях, составление штатного расписания, автоматизация кадрового документооборота
L ₄	C _{12, C₁₃, C₁₆}	Работа с большим объемом информации, адаптация персонала, администрирование приема, перевода и увольнения сотрудников
L ₅	C _{7, C₁₄}	Работа в команде, ведение деловой документации
L ₆	C _{11, C₁₇, C₁₈}	Умение коммуницировать, владение «1С: Предприятие 8. Зарплата и управление персоналом», владение офисными программами (Microsoft Office)

Источник. Авторская разработка.

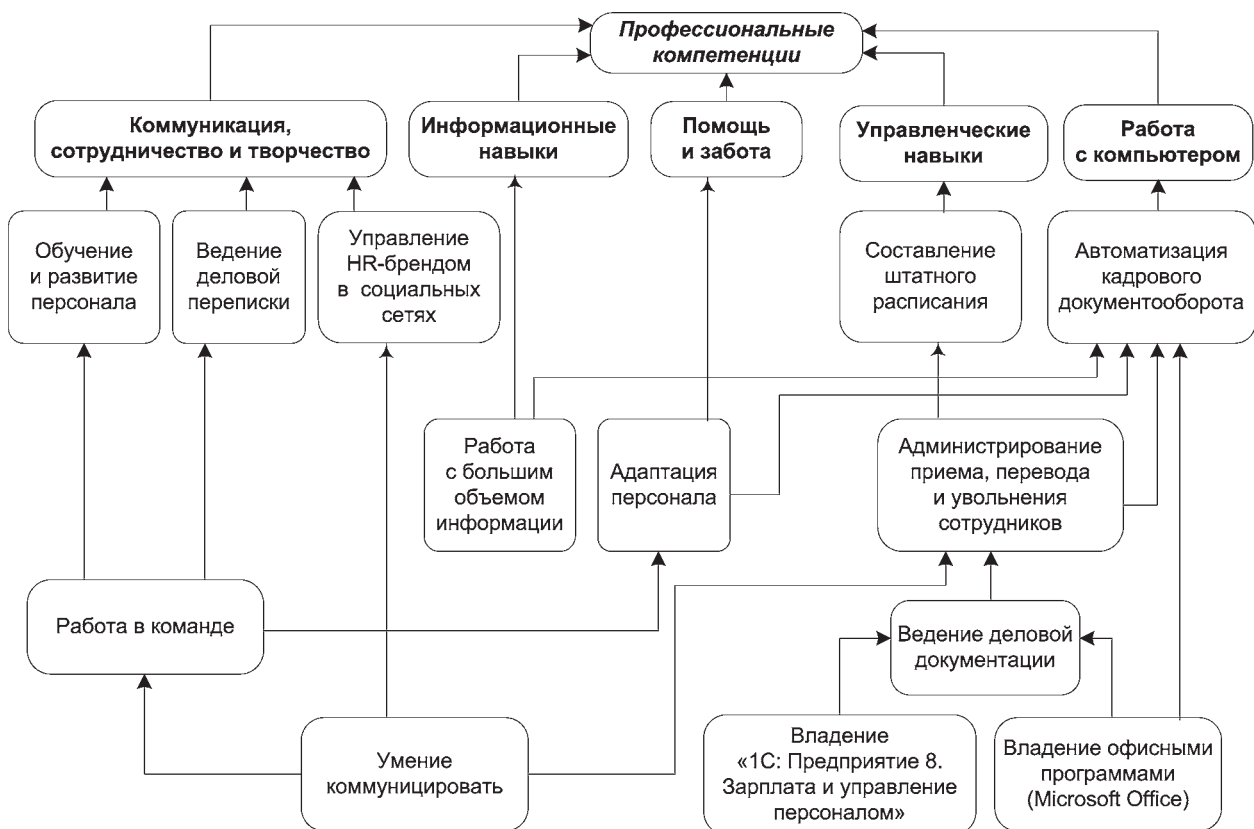


Рис. 1. Направленный граф взаимодействия и иерархии востребованных компетенций и навыков специалистов кадровых служб организаций

Источник. Авторская разработка.

листов кадровых служб позволяет сделать следующие выводы.

1. Возможны два пути развития профессиональных компетенций специалистов, а именно:

через обучение техническим навыкам; путем формирования коммуникативных и деловых способностей.

2. Программа обучения и, соответственно, учебное заведение (обучающие курсы) выбираются исходя из недостающих навыков специалистов.

3. Для траектории технического обучения базовыми являются навыки «Работа с большим объемом информации» (C_{12}), «Владение «1С: Предприятие 8. Зарплата и управление персоналом» (C_{17}), «Владение офисными программами (Microsoft Office)» (C_{18}), поскольку они оказывают прямое или косвенное влияние на другие факторы на этом пути, но другие факторы не влияют на них.

При этом «Ведение деловой документации» (C_{14}), «Составление штатного расписания» (C_{15}), «Администрирование приема, перевода и увольнения сотрудников» (C_{16}), «Автоматизация кадрового документооборота» (C_{19}) являются критическими навыками, потому что играют связующую роль между предыдущими и последующими компетенциями. Техническими способностями специалисты овладевают в такой последовательности:

при полном курсе обучения – $(C_{17}, C_{18}) \rightarrow C_{14} \rightarrow (C_{12}, C_{16}) \rightarrow (C_{15}, C_{19}) \rightarrow (C_3, C_5, C_6)$;

при сокращенном курсе обучения – $(C_{17}, C_{18}) \rightarrow C_{19} \rightarrow C_6$.

4. При обучении коммуникативным и деловым способностям базовыми являются навыки «Умение коммуницировать» (C_{11}) и «Работа с большим объемом информации» (C_{12}), а «Работа в команде» (C_7), «Обучение и развитие персонала» (C_8), «Ведение деловой переписки» (C_9), «Управление HR-брендом в социальных сетях» (C_{10}), «Адаптация персонала» (C_{13}), «Администрирование приема, перевода и увольнения сотрудников» (C_{16}) и «Автоматизация кадрового документооборота» (C_{19}) являются критическими. В данный список включена компетенция «Автоматизация кадрового документооборота» с

учетом процессов цифровизации бизнес-процессов организации.

Деловые способности приобретаются специалистами в следующей последовательности:

при полном курсе обучения – $C_{11} \rightarrow C_7 \rightarrow (C_{12}, C_{13}, C_{16}) \rightarrow (C_8, C_9, C_{10}, C_{19}) \rightarrow (C_2, C_3, C_4, C_5, C_6)$;

при сокращенном курсе обучения – $C_{11} \rightarrow C_7 \rightarrow (C_8, C_9, C_{10}) \rightarrow C_2$.

Аналогичным образом был проведен ИМС-анализ компетенций и навыков, указанных в резюме специалистами кадровых служб (табл. 5, 6; рис. 2).

Далее строился направленный граф (см. рис. 2), отображающий взаимодействие компетенций и навыков, указанных в резюме специалистов кадровых служб.

Проведенный ИСМ-анализ компетенций и навыков специалистов кадровых служб, извлеченных из резюме, позволяет сделать следующие выводы.

В резюме специалистов базовыми являются навыки «Умение коммуницировать» (C_{11}), «Владение «1С: Предприятие 8. Зарплата и управление персоналом» (C_{17}), «Владение офисными программами (Microsoft Office)» (C_{18}), «Работа в Internet» (C_{22}). При этом «Работа в команде» (C_7), «Обучение и развитие персонала» (C_8), «Ведение деловой переписки» (C_9), «Работа с большим объемом информации» (C_{12}), «Адаптация персонала» (C_{13}), «Ведение деловой документации» (C_{14}), «Администрирование приема, перевода и увольнения сотрудников» (C_{16}), «Разрешение конфликтных ситуаций» (C_{20}) и «Рекрутинг и наем сотрудников» (C_{21}) являются критическими навыками.

При сравнении моделей интерпретационного структурного моделирования взаимодействия компетенций из резюме и вакансий установлено, что такие навыки, как «Умение коммуницировать» (C_{11}), «Владение «1С: Предприятие 8. Зарплата и управление персоналом» (C_{17}), «Владение офисными программами (Microsoft Office)» (C_{18}), указаны в них как базовые. С точки зрения работодателей, в этот список еще включена компетенция «Работа с большим объемом информации» (C_{12}), а со стороны

Таблица 5

Матрица смежности компетенций и вакансий, извлеченных из резюме

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈	C ₂₀	C ₂₁	C ₂₂
C ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₂	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₃	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₄	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₅	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₆	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₇	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
C ₈	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₉	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
C ₁₁	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
C ₁₂	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
C ₁₃	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₁₄	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
C ₁₆	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₁₇	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
C ₁₈	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
C ₂₀	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
C ₂₁	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
C ₂₂	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0

Источник. Авторская разработка.

Таблица 6

Итоговая матрица компетенций и навыков специалистов кадровых служб, указанных в резюме

Уровень	Код переменных, включенных в уровень	Содержание переменных
L ₁ (верхний)	C ₁	Профессиональные компетенции специалистов кадровых служб
L ₂	C ₂ , C ₃ , C ₄ , C ₅ , C ₆	Коммуникация, сотрудничество и творчество, информационные навыки, помощь и забота, управленческие навыки, работа с компьютером
L ₃	C ₈ , C ₁₃ , C ₁₆	Обучение и развитие персонала, адаптация персонала, администрирование приема, перевода и увольнения сотрудников
L ₄	C ₁₄ , C ₂₁	Ведение деловой документации, рекрутинг и наем сотрудников
L ₅	C ₉ , C ₁₂ , C ₁₇ , C ₁₈	Ведение деловой переписки, работа с большим объемом информации, владение «1С: Предприятие 8. Зарплата и управление персоналом», владение офисными программами (Microsoft Office)
L ₆	C ₂₀ , C ₂₂	Разрешение конфликтных ситуаций, работа в Internet
L ₇	C ₇	Работа в команде
L ₈	C ₁₁	Умение коммуницировать

Источник. Авторская разработка.

самых специалистов – «Работа в Internet» (C₂₂).

* * *

В результате разработки методики формирования иерархической структуры компетенций на основе ИСМ-анализа данных выявлены новые навыки специалистов кадровых служб, которые в условиях цифровизации бизнес-процессов организаций вошли в список критических («Автоматизация кадро-

вого документооборота» и «Управление HR-брендом в социальных сетях») и базовых («Владение «1С: Предприятие 8. Зарплата и управление персоналом»). Однако указанные компетенции пока не нашли отражения в нормативно-правовых документах, регламентирующих кадровую деятельность в организациях Республики Беларусь.

Решением данной проблемы может стать разработка Национальной системы квалификации (учитывающей потребности рынка труда и возможности системы обра-

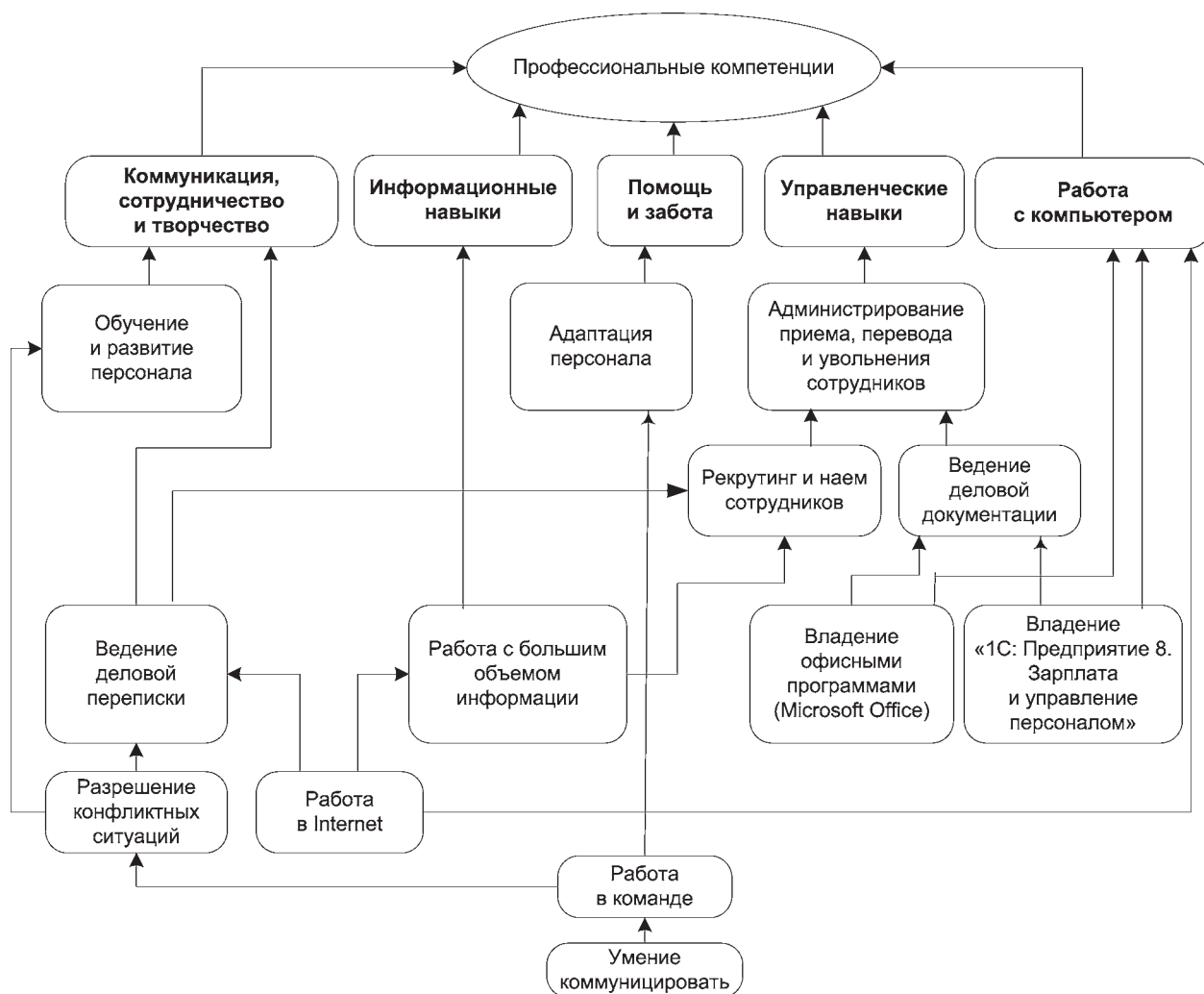


Рис. 2. Направленный граф взаимодействия компетенций и навыков, указанных в резюме специалистов кадровых служб организаций Республики Беларусь

Источник. Авторская разработка.

зования), Национальной рамки квалификаций (предназначенной для нанимателей, учреждений образования, граждан и др.) и профессиональных стандартов работников кадровых служб (необходимых нанимателям и учреждениям образования), что позволит определять требования к работникам, формировать политику организации в области обучения и аттестации сотрудников, выработки должностных инструкций, тарификации работ, а также разрабатывать профессиональные учебные программы учреждениями образования.

Данная статья может быть полезна следующим целевым аудиториям:

- специалистам в области управления человеческими ресурсами – предлагаемая методика позволяет оптимизировать про-

цессы подбора и обучения персонала, выстраивая их в соответствии с актуальными потребностями организации;

- руководителям и сотрудникам кадровых служб – может являться инструментом для анализа востребованных на рынке труда и имеющихся у соискателей компетенций, построения траекторий обучения сотрудников;

- специалистам в области искусственного интеллекта – как пример использования нейронных сетей и методов кластеризации для решения задач в HR-сфере;

- преподавателям и студентам экономических и управленческих специальностей – как иллюстрация применения современных интеллектуальных технологий в кадровом менеджменте и анализе рынка труда;

- специалистам органов по труду и занятости – методика может быть использована для мониторинга и прогнозирования потребностей рынка труда, разработки образовательных стандартов и программ обучения;

- разработчикам информационных систем в HR-сфере – предложенный подход может быть положен в основу программных продуктов для автоматизации процессов подбора и обучения персонала.

Результаты исследования рекомендуются для создания Национальной системы квалификации Республики Беларусь, Национальной рамки квалификаций и профессиональных стандартов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES)

Ванкевич Е.В., Горовой С.О., Калиновская И.Н. 2021. Современные технологии реализации политики занятости молодежи на основе анализа востребованных на рынке труда навыков. *Вестник Витебского государственного технологического университета*. № 1. С. 168–184. [Vankevich A., Gorovoj S., Kalinovskaya I. 2021. Modern Technologies of Implementation of Youth Employment Policy Based on the Analysis of Skills Demanded in the Labor Market. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. No 1. PP. 168–184. (In Russ.)] DOI: 10.24412/2079-7958-2021-1-168-184

Ванкевич Е.В., Калиновская И.Н. 2020. Технологии искусственного интеллекта в управлении человеческими ресурсами. *Белорусский экономический журнал*. № 2. С. 38–51. [Vankevich A., Kalinowskaya I. 2020. Artificial Intelligence Technology in Human Resource Management. *Belorusskiy ekonomicheskij zhurnal*. No 2. PP. 38–51. (In Russ.)] DOI: 10.46782/1818-4510-2020-2-38-51

Ванкевич Е.В. (Ред.) 2020. *Управление человеческими ресурсами современной организации: теория и практика*. Витебск: ВГТУ. [Vankevich A.V. (Ed.). 2020. *Human Resource Management of a Modern Organization: Theory and Practice: Monograph*. Vitebsk: VGTU. (In Russ.)]

Калиновская И.Н. 2020. Социальные данные как инструмент специалиста по управлению человеческими ресурсами организации. *Вестник Витебского государственного технологического университета*. № 1. С. 173–187. [Kalinowskaya I. 2020. Social Data as a Tool for

an Organization's Human Resources Management Specialist. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. No 1. PP. 173–187. (In Russ.)] DOI: 10.24411/2079-7958-2020-13818

Калиновская И.Н. 2021. Теоретические аспекты подбора кадров с применением технологий искусственного интеллекта. *Право. Экономика. Психология*. № 1. С. 48–64. [Kalinovskaya I.N. 2021. Theoretical Aspects of Recruitment Using Artificial Intelligence Technology. *Pravo. Ekonomika. Psikhologiya*. No 1. PP. 48–64. (In Russ.)]

Калиновская И.Н. 2022. Анализ возможности применения концепции «HR Zero» белорусскими организациями. *Вестник Витебского государственного технологического университета*. № 2. С. 155–169. [Kalinowskaya I. 2022. Analysis of the Possibility of Applying the HR Zero Concept by Belarusian Organizations. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. No 2. PP. 155–169. (In Russ.)] DOI: 10.24412/2079-7958-2022-1-155-169

Camisyn C., Forés B. 2010. Knowledge Absorptive Capacity: New Insights for its Conceptualization and Measurement. *Journal of Business Research*. Vol. 63. Iss. 7. PP. 707–715. DOI: 10.1016/j.jbusres.2009.04.022

Duleba S., Shimazaki Y., Mishina T. 2013. An Analysis on the Connections of Factors in a Public Transport System by AHP-ISM. *Transport*. Vol. 28. No 4. PP. 404–412. DOI:10.3846/16484142.2013.867282

Jharkharia S., Shankar R. 2005. IT-enablement of Supply Chains: Understanding the Barriers. *Journal of Enterprise Information Management*. Vol. 18 No 1. PP. 11–27. DOI: 10.1108/17410390510571466

Miranda S.M., Lee J-N., Lee J-H. 2011. Stocks and Flows Underlying Organizations' Knowledge Management Capability: Synergistic Versus Contingent Complementarities Over Time. *Information & Management*. No 48. PP. 382–392.

Rezaeian A., Bagheri R. 2018. Modeling the Factors that Affect the Implementation of Knowledge Networks. *Foresight and STI Governance*. Vol. 12. No 1. PP. 56–67. DOI: 10.17323/2500-2597.2018.1.56.67

Vankevich A., Kalinowskaya I. 2020. Ensuring Sustainable Growth Based on the Artificial Intelligence Analysis and Forecast of In-demand Skills. *E3S Web of Conferences*. Vol. 208. DOI: 10.1051/e3sconf/202020803060

Vankevich A., Kalinowskaya I. 2021. Better Understanding of the Labour Market Using Big Data. *Ekonomia i Prawo. Economics and Law*. Vol. 20. Iss. 3. PP. 677–692. DOI:10.12775/EiP.2021.040

MODELING THE HIERARCHICAL STRUCTURE OF COMPETENCIES BY USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

Iryna Kalinouskaya¹ (<https://orcid.org/0000-0002-6622-2875>)

¹ Vitebsk State Technological University (Vitebsk, Belarus).

Corresponding author: Iryna Kalinouskaya (i-kalinovskaya@yandex.by).

ABSTRACT. The article studies the application of artificial intelligence technologies for modeling the hierarchical structure of competencies. The author suggests a technique that uses machine learning algorithms to identify and classify key competencies, as well as their relationships and dependencies. The main stages of the modeling process are considered, starting from data collection and analysis to visualization of the resulting hierarchical structure. The results of the study can be applied in educational institutions, corporate training, HR departments to optimize the processes of recruitment and training of personnel, as well as to create a National qualification System of the Republic of Belarus, a National Qualifications Framework and professional standards.

KEYWORDS: digital data sources, artificial intelligence technologies, labor market, hierarchy of competencies, personnel service, interpretive structural modeling.

JEL-code: J24, M53.

DOI: 10.46782/1818-4510-2023-3-84-96

Received 29.08.2023

In citation: Kalinouskaya I. 2023. Modeling the Hierarchical Structure of Competencies by Using Artificial Intelligence Technologies. *Belorusskiy ekonomicheskiy zhurnal*. No 3. PP. 84–96. DOI: 10.46782/1818-4510-2023-3-84-96 (In Russ.)

