

v realnom vremeni [Analysis and risk management, the bound to information support of human-machine ACS technological processes in real time]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Control and High Technologies], 2016, no. 2, pp. 82–97 ([http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2\(34\)/82-97.pdf](http://hi-tech.asu.edu.ru/files/2(34)/82-97.pdf)).

18. Khanova A. A. Kontseptsiya sistemy intellektualnogo upravleniya strategicheskimi-orientirovannym predpriyatiem [The concept of system of intellectual management of the strategic focused enterprise]. *Statistika i ekonomika* [Statistics and Economics], 2011, no. 1, pp. 187–193.

19. Khanova A. A., Urazaliev N. S., Usmanova Z. A. Metod situatsionnogo upravleniya slozhnyimi sistemami na osnove sbalansirovannoy sistemy pokazateley [A method of situational management of the composite systems on the basis of the balanced system of indexes]. *Nauchnyy vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Scientific Bulletin of the Novosibirsk State Technical University], 2015, no. 3 (60), pp. 69–82.

20. Khodorovskiy M. Ya., Nikonov V. O. Upravlenie riskami portfelya proektov [Risk management of portfolio of projects]. *Vestnik UrFU. Seriya: Ekonomika i upravlenie* [Proceedings of the URFA. Series: Economics and Management], 2006, no. 7, pp. 116–122.

21. Shestov A. Effektivnost primeneniya SWOT-analiza na predpriyatii [Efficiency's poles of application of SWOT analysis at the enterprise]. *RISK: Resursy, in-formatsiya, snabzhenie, konkurentsia* [RISK: Resources, information, Delivery, Competition], 2013, no. 1, pp. 51–55.

22. Shcherbatov I. A., Protalinskiy O. M. Zadachi modifikatsii i reorganizatsii komponentnykh struktur slozhnykh slaboformalizuemykh sistem [Problems of modification and reorganization of the complex component structures slaboformalizuemykh of systems]. *Informatika i sistemy upravleniya* [Informatics and Control Systems], 2015, no. 4 (46), pp. 75–85.

23. Rabbani M., Aramoon Bajestani M., Baharian Khoshkhou G. A multi-objective particle swarm optimization for project selection problem. *Expert Systems with Applications*, 2010, vol. 37 (1), pp. 315–321.

24. Carazo A. F., Gomez T., Molina J., Hernandez_Diaz A. G., Guerrero F. M., Caballero R. Solving a comprehensive model for multiobjective project portfolio selection. *Computers & Operations Research*, 2010, vol. 37, pp. 630–639.

25. Tian Y., Sun M., Ye Z., Yang W. Expanded models of the project portfolio selection problem with loss in divisibility. *Journal of the Operational Research Society*, 2016, vol. 67, no. 8, pp. 1097–1107.

26. Wang B., Song Y. Reinvestment strategy-based project portfolio selection and scheduling with time-dependent budget limit considering time value of capital. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 2016, vol. 378, pp. 373–381.

УДК [004.02+004.6]: 378

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ СЕРВИС ФОРМИРОВАНИЯ АКТУАЛЬНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ОСНОВЕ ПАТЕНТНОГО АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЙ И ВЫДЕЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ В ВАКАНСИЯХ РАБОТОДАТЕЛЕЙ

Статья поступила в редакцию 26.04.2017, в окончательном варианте – 13.06.2017.

Ильин Дмитрий Юрьевич, Московский технологический университет, 119454, Российская Федерация, г. Москва, пр-т Вернадского, 78, аспирант, ORCID <http://orcid.org/0000-0002-0241-2733>, e-mail: i@dmityilin.com, https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=892115

Никулчев Евгений Витальевич, Московский технологический институт, 119334, Российская Федерация, г. Москва, Ленинский пр-т, 38а, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе, ORCID <http://orcid.org/0000-0003-1254-9132>, e-mail: nikulchev@mail.ru, https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=396636

Бубнов Григорий Георгиевич, Московский технологический институт, 119334, Российская Федерация, г. Москва, Ленинский пр-т, 38а, Московский физико-технический институт (государственный университет), 141701, Российская Федерация, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., 9, доктор экономических наук, профессор, ректор МТИ, директор Высшей школы системного инжиниринга, ORCID <http://orcid.org/0000-0003-3791-8782>, e-mail: gbubnov@gmail.com, https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=66303,

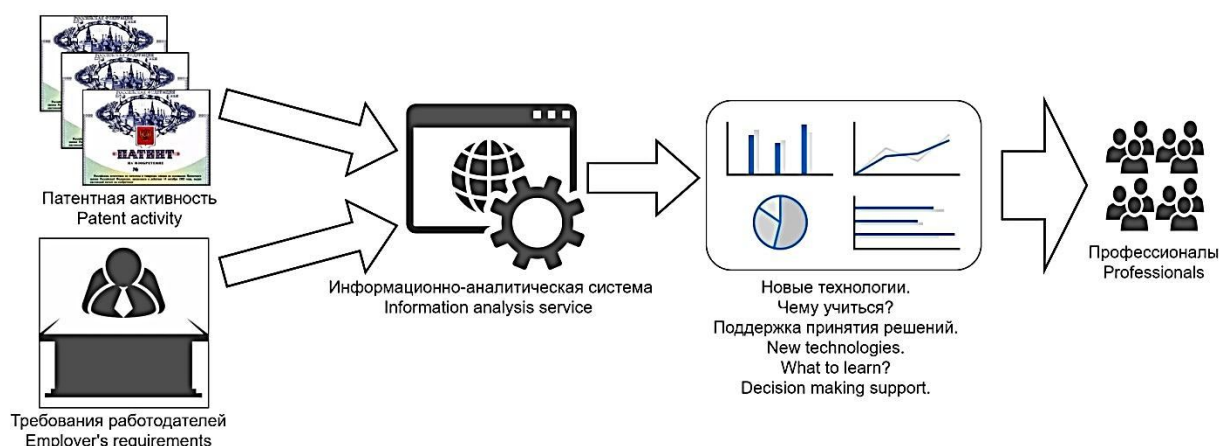
Матешук Егор Олегович, Московский физико-технический институт (государственный университет), 141700, Российская Федерация, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., 9, аспирант, e-mail: e.mateshuk@gmail.com, ORCID <http://orcid.org/0000-0002-9749-9789>, https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=931295,

В высокотехнологичных и интенсивно развивающихся сферах экономики, включая ИТ-отрасль, быстро изменяется состав профессиональных навыков и компетенций, необходимых для успешной работы специалистов. Это связано с быстрым изменением состава / возможностей ключевых и прикладных технологий. Буквально за 10–15 лет меняются операционные системы, системы хранения и организации данных, инструментальные средства разработки программного обеспечения. Специалистам, работающим в ИТ-отрасли, приходится постоянно следить за изменениями

подходов (а иногда и концепций) построения архитектур и самих вычислительных / программных систем. При таких условиях важен информационно-вычислительный сервис, позволяющий в автоматизированном режиме выявлять тенденции развития технологий, соответствующих им профессиональных навыков (ПН). С учетом этих тенденций возможно целенаправленное повышение квалификации специалистов, корректировка учебных программ вузов, центров повышения квалификации и пр. В качестве основы для выявления тенденций развития технологий авторами статьи предложено использовать информацию из международных баз патентов. Причина – крупные ИТ-компании оформляют много патентов перед выпуском на рынок нового высокотехнологичного решения (аппаратного или программного). В дальнейшем использование этих патентов в выпускаемой продукции приводит к изменениям состава ПН специалистов, востребованных на рынке труда. В статье анализируется текущая востребованность ИТ-специалистов работодателями на рынке труда по запросам в соответствующих информационных системах. Рассмотрены возможности использования профессиональных социальных сетей (ПСС) для подбора персонала организациями, поиска мест работы специалистами. Разработан прототип сервиса прогнозного обучения для ПСС. Он обеспечивает следующее: мониторинг востребованности ПН на рынке труда; анализ патентов по технологиям, являющимися основой для каждого из существующих и прогнозируемых ПН. Разработанный сервис позволит определять уровни востребованности ПН (профессиональных компетенций); актуализировать и совершенствовать ПН соискателей рабочих мест; организовывать ПСС; строить (формировать) персональные траектории обучения по перспективным технологиям.

Ключевые слова: социальные сети, прогнозное обучение, анализ патентной активности, профессиональные навыки, “LinkedIn”, “ResearchGate”, рынок труда, масштабируемые сервисы, поддержка принятия решений, “Node.JS”

Graphical annotation (Графическая аннотация)



INFORMATION ANALYSIS SERVICE TO IDENTIFY CURRENT PROFESSIONAL COMPETENCIES BASED ON PATENT ANALYSIS OF THE TECHNOLOGY MARKET AND REQUIRED SKILLS IN THE VACANCIES OF EMPLOYERS

The article has been received by editorial board 26.04.2017, in the final version – 13.06.2017.

Ilin Dmitriy Yu., Moscow Technological University, 78 Vernadskiy Ave., Moscow, 119454, Russian Federation,

post-graduate student, ORCID <http://orcid.org/0000-0002-0241-2733>, e-mail: i@dmityilin.com, https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=892115

Nikulchev Yevgeny V., Moscow Technological Institute, 38a Leninskiy Ave., Moscow, 119334, Russian Federation,

Doct. Sci. (Engineering), Professor, ORCID <http://orcid.org/0000-0003-1254-9132>, e-mail: nikulchev@mail.ru, https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=396636

Bubnov Gregoriy G., Moscow Technological Institute, 38a Leninskiy Ave., Moscow, 119334, Russian Federation,

Moscow Institute of Physics and Technology, 9 Institutsky per., Dolgoprudny, Moscow Region, 141700, Russian Federation,

Doct. Sci. (Economics), Professor, Rector, Head of Center “Higher School of System Engineering”, ORCID <http://orcid.org/0000-0003-3791-8782>; e-mail: gubnov@gmail.com, https://elibrary.ru/author_profile.asp?authorid=66303

Mateshuk Yegor O., Moscow Institute of Physics and Technology, 9 Institutsky per., Dolgoprudny, Moscow Region, 141700, Russian Federation, post-graduate student, ORCID <http://orcid.org/0000-0002-9749-9789>, e-mail: e.mateshuk@gmail.com

In the high-tech and actively developing sectors of the economy, including the IT industry, the composition of the professional skills and competencies necessary for successful work of employees is rapidly changing. It is connected with quick changes in the composition / capabilities of key and applied technologies. Operating systems, data storage and organization systems, software development tools change in just 10–15 years. Professionals, working in the IT industry, have to constantly monitor changes in approaches (and sometimes in concepts) to the architecture design and to the computational and software systems themselves. Under such circumstances, an information and analytical service that would automatically identify trends in the technologies development and relevant professional skills (PS) is of great importance. Taking into account these trends, it is possible to purposefully improve professionals' skills, adjust the curricula of universities, centers of excellence, etc. The authors of this article propose to use information from the international databases of patents as the basis for identifying trends in technology development. The reason is that the large IT companies obtain many patents before bringing new hardware or software solutions to the market. Later these solutions become professional skills and requirements for professionals. The current demand in the labor market is being analyzed based on the employers' requirements in the relevant information systems. Later on, the use of these patents in the output products leads to changes in the composition of the employers PS in demand on the labor market. The article analyzes the current demand for IT professionals among employers in the labor market based on the requests in the relevant information systems. Also authors are considered the possibilities of using professional social networks (PSN) for recruiting personnel by organizations and searching for jobs by professionals. Also have been developed the prototype of the predictive learning service for PSN. The prototype ensures the following: monitoring of PS demand on the labor market; analysis of patents on technologies, which are the basis for each of the existing and predictive PS. The developed service will help to determine the demand levels for PS (professional competencies); to actualize and improve an applicant's PS; to organize PSN; to build (form) personal learning programs in advanced technologies.

Keywords: online social networks, social networking sites, technology life cycle, predictive learning, patent activity analysis, professional skills, "LinkedIn", "ResearchGate", labor market, scalable services, decision making support, "Node.js"

Эффективное развитие «экономики, основанной на знаниях», требует оптимизации использования имеющегося кадрового потенциала стран, регионов, организаций; расширения использования возможностей для самообразования специалистами разных уровней подготовки. При этом решения физических лиц в отношении поиска мест работы, а организаций в отношении подбора персонала должны учитывать не только текущую ситуацию, но и перспективы ее изменения с учетом тенденций развития техники и технологий. Вопросам оптимизации принятия решений (включая и проактивные) в отношении приобретения специалистами необходимых навыков (умений) посвящен ряд работ [1, 2, 5–7]. Однако некоторые направления остаются исследованными недостаточно полно. Это касается, в частности, следующего: влияния развития социальных сетей (СС) на профессиональные коммуникации и методы подбора персонала; учета тенденций развития технологий в определенной предметной области, отражаемых количеством выдаваемых патентов, поэтому целью настоящей статьи стала устранить указанные недостатки.

Общая характеристика проблематики работы. В условиях развития информационного общества важное значение в формировании информационного пространства, обеспечении контактов между людьми приобрели СС.

Наиболее известные СС общего назначения, такие как Facebook, VK, Twitter, ориентированы на предоставление возможностей самостоятельного формирования образа человека в информационном пространстве Интернета; налаживание межличностных контактов; формирование групп по интересам. В таких СС работает достаточно много молодежи, которая заинтересована в распространении сведений о себе общего характера, установлении личных контактов и оперативном обмене информацией человеческого интереса без цели профессионального общения.

Наряду с СС общего назначения в настоящее время успешно развиваются и профессиональные СС (ПСС). Они заняли достаточно значительное место в жизни профессиональных, в том числе и научных, сообществ [36]. При этом ПСС (включая LinkedIn и ResearchGate) ориентированы на обеспечение профессиональных контактов, информационную поддержку карьерного роста специалистов [35]. Существуют также менее распространённые вариации децентрализованных СС [14, 37]. При этом в ПСС работают в основном люди среднего возраста [31], заинтересованные в формировании сетей (совокупностей) профессиональных контактов в определенных областях деятельности.

Проблема оптимизации подготовки и использования специалистов может рассматриваться с двух точек зрения: специалистов и работодателей.

У современных специалистов, работающих в наукоёмких отраслях, существует ряд потребностей для успешной профессиональной самореализации. К ним можно отнести следующее.

1. Необходимость самопродвижения, в т.ч. путем поиска мест работы, позволяющих максимально полно обеспечить возможности профессиональной реализации с учетом имеющейся квалификации и ситуации на рынке труда. Для этой цели необходимо создание образа компетентного специалиста за счет не только дипломов об образовании, но и конкретных профессиональных результатов, достигнутых в рамках практической деятельности. Поэтому имеется потребность в информационной поддержке процессов карьерного роста. Она в значительной степени может удовлетворяться за счет использования ПСС.

2. Выявление трендов в отношении изменений востребованности у работодателей (на рынке труда) различных профессий, совокупностей профессиональных умений и навыков. Такая информация

позволяет специалистам при необходимости принимать обоснованные упреждающие решения в отношении смены мест работы, изменения профилей деятельности и пр.

3. Повышение профессиональной квалификации – дополнение знаний и умений наиболее востребованными у работодателей (не только в текущий момент времени, но и в перспективе с учетом имеющихся тенденций). Эти действия можно рассматривать как адаптацию специалистов к условиям рынка труда с учетом имеющихся тенденций и тех целей, которые ими ставятся.

Задача самопродвижения и, в частности, создание образа компетентного специалиста в рамках профессионального сообщества и в глазах потенциальных работодателей может решаться различными средствами, в т.ч. и с использованием ПСС. В настоящее время ПСС являются удобным средством накопления персональной информации, ее представления в Интернете, распространения (обмена) этой информации, подтверждения умений и навыков одних специалистов со стороны других, организации профессионального общения.

Работодателями для подбора персонала используются различные интернет-технологии, включая создание / и использование специальных сайтов типа «Вакансии» и «Ищу работу»; размещение информации об имеющихся вакансиях на сайтах самих фирм; использование услуг рекрутинговых агентств (в основном не для массовых профессий) и пр. Однако считается, что сейчас более 80 % крупных международных компаний осуществляют подбор кадров с использованием СС, что свидетельствует о зрелости этого средства. При этом большинство компаний применяет для этой цели именно ПСС, например, LinkedIn [8, 13]. Показатели результативности поиска работы соискателями (92 % для профессиональных контактов и 41 % для СС), полученные в результате исследования рекрутинговой компании AntalRussia [3], также подтверждают ключевую роль именно ПСС. Как показали исследования [16], ПСС снижают и объем неправдивой информации о профессиональных навыках человека.

В связи со сложностью обработки текстов резюме и иных документов [30], ПСС предоставляют такой инструмент, как указание специалистами профессиональных навыков и результатов их экспертиз [10, 26]. Он дополнен функцией подтверждения этих навыков от других участников профессиональных сообществ, что фактически обеспечивает модерацию информации, поддержку ее объективности. В информации, на сайтах рекрутинговых агентств, работающих через Интернет (например, Indeed, HeadHunter), ключевые слова, отражающие умения и навыки, чаще всего присутствуют в составе неструктурированных текстов, что затрудняет их автоматизированную обработку (рис. 1).

The image shows a side-by-side comparison of skill presentation. On the left is a LinkedIn profile for Dmitry Ilin, a Software Engineer, with a 'Skills' section containing tags for various technologies. On the right is a job posting for a 'Software Engineer (LAMP/Magento)' with a 'Job Requirements' section listing specific skills and experience needed for the role.

Рис. 1. Пример характеристики навыков в тексте профиля специалиста в ПСС и в тексте вакансии

Сейчас E-Learning механизмы применяются для повышения доступности образования [32]. При этом такие сервисы массовых онлайн-курсов, как Coursera [20], в значительной мере позволят обеспечить доступность самообразования для лиц, желающих повысить свою квалификацию, изменить направление профессиональной деятельности и пр.

Помимо них существуют системы управления обучением и его поддержки типа Moodle [24]. Они нацелены на сам процесс обучения, оптимизацию подачи материала обучающимся и контроля усвоения материала. Такие средства имеют в своем составе встроенные элементы СС. Однако они не дают ответа на вопрос, чему следует обучаться тому или иному профессионалу.

К компетенциям, которые должны быть у специалиста, обычно относят и умение ориентироваться в тенденциях развития в сфере своей профессиональной деятельности. Для определения актуальных направлений развития в каждой из сфер могут применяться как общие, так и специфические методы: 1) сбор и анализ экспертных оценок; 2) применение сервисов по оценке трендов – от простых (таких как Djinni.co) до наиболее комплексных (например, Owlin, Quid); 3) анализ жизненного цикла технологий (ЖЦТ) [18].

Вариант 1 наиболее распространённый и наименее объективный (надежный), т.к. целиком основывается на мнениях экспертов, которые вырабатываются ими в нечетких условиях. Сервисы по отслеживанию трендов не специализируются на навыках, которые фигурируют в ПСС и в текстах резюме по поиску вакансий, объявлений о наличии вакансий. Анализ ЖЦТ основан на исследовании патентной активности и представляется нетривиальным для личного использования. Также этот метод не ориентирован на навыки, что ограничивает возможности его применения.

В связи с указанными недостатками перечисленных подходов в данной статье будет рассмотрен возможный путь развития сервисов, ориентированных на прогнозное обучение для профессиональных сообществ. По мнению авторов, расширение способов применения таких инструментов, как исследование необходимых навыков за счёт анализа данных об инновациях в научной сфере, может открыть новые перспективы в про-активном управлении образовательной деятельностью и в оптимизации взаимодействия соискателей и работодателей.

Приведем краткую характеристику последующих разделов текста.

В разделе «Концепция» описана общая идея предлагаемого сервиса и определен круг задач, которые он должен решать. В разделе «Проектирование» проведён анализ архитектурных решений для обеспечения масштабирования разработки программной составляющей сервиса; выполнен анализ технологических компонентов, реализующих архитектурные решения. Раздел «Прототип» представляет модульную структуру и некоторые примеры использования полученного программного решения. В разделе «Анализ результатов» обозначены проблемы, которые необходимо решить для развития возможностей сервиса; описана выявленная особенность неструктурированных данных, используемых в интернет-рекрутинговых агентствах.

Концепция работы. Рынок труда в контексте взаимодействия работника и работодателя сейчас ориентирован на учет владения практическими навыками деятельности. В ПСС уже был сформирован инструмент, конкретизирующий умения и ожидания сторон. Однако на сегодняшний день в рамках концепции «навыков» не задействованы дополнительные источники информации. В частности, участники профессиональных сообществ для анализа актуальных навыков часто пользуются аналитическими отчетами, предоставленными рекрутинговыми компаниями, технологическими отчетами.

Поэтому целесообразно разработать сервис, автоматически формирующий аналитическую информацию о востребованности навыков на рынке труда и прогноз развития технологий – на основе анализа патентной активности.

Замечено [15, 18], что рост количества выданных патентов в последующем приводит к развитию технологий в соответствующих наукоемких сферах. Это, в свою очередь, требует приобретения или усовершенствования профессиональных навыков в соответствующей области деятельности за достаточно короткое время. Альтернативой может быть «упреждающее» приобретение таких навыков. Например, развитие «облачных технологий», предвещало рост количества выданных патентов в этой сфере. В настоящее время работа с настройкой виртуальных машин для «облаков», это довольно востребованный «навык» (умение) для системных администраторов.

В связи с этим интерес представляет решение научно-практической задачи по разработке сервиса прогнозного обучения для ПСС. С его помощью можно будет обеспечить следующее. 1. Выявить уровень востребованности того или иного навыка (умения) на рынке. Это важно для всех участников рынка, в т.ч. для краткосрочного и долгосрочного планирования деятельности. При этом следует учитывать количество вакансий (объем потребностей рынка) с указанием необходимых навыков; патентную и научную активность в соответствующей сфере деятельности. 2. Своевременно актуализировать набор навыков в соответствии с потребностями рынка труда, т.к. со временем знания и навыки (умения) постепенно теряют свою актуальность (востребованность), прежде всего из-за развития новых технологий. Перед человеком, заинтересованным в поиске новой работы (а нередко и сохранении существующего места работы, должности), зачастую встаёт задача по восполнению недостающих навыков (умений). Кроме того, профессионалы нуждаются в регулярном повышении квалификации, в т.ч. в ряде случаев и с получением подтверждающих документов. 3. Определить наименее заполненные области рынка труда, т.е. с высокими уровнями пока не удовлетворенных потребностей в специалистах. Очевидно, что при переквалификации специалисту следует обращать внимание на те области, в которых конкуренция ниже. Так как это повышает шансы на успешное трудоустройство. Итогом этого может стать более равномерное распределение специалистов по направлениям профессиональной деятельности, что, несомненно, окажет положительный эффект на рынок труда в целом. 4. Выявить рыночную стоимость профессиональных навыков, в т.ч. и с учетом предполагаемого региона-места работы. В настоящее время предлагаемые работодателями уровни оплаты формируется в большинстве случаев на основании экспертной оценки рынка труда. При этом известны случаи, когда в одном объявлении о вакансии давался перечень требований, рассчитанный на несколько отдельных позиций. Для решения указанной проблемы может быть использован инструмент анализа адекватности требований к кандидатам по отношению к рыночной стоимости специалистов. 5. Организовать профессиональные сообщества: с использованием сервиса

ПСС специалисты, работающие в отдельных отраслях, могут организовывать сообщества на основе компетенций, в т.ч. и для целей профессионального общения в форме дискуссий. Это окажет положительное воздействие на среду профессионалов благодаря взаимному обмену опытом, содействию в повышении квалификации, адекватном выборе мест работы. 6. Ввести профессиональные стандарты в отношении навыков. Для качественной реализации потребуются формирование стандартов и формализованных описаний навыков. Это потребует активного взаимодействия с лидерами отраслей и научными организациями. В качестве сопутствующего эффекта следует ожидать введения программ сертификации по ключевым навыкам. Как следствие, потребуются повышение качества обучения специалистов за счёт выделения более чётких границ профессиональных компетенций.

Рассмотрим схему работы предлагаемого сервиса при использовании соискателем, которому необходимо повышение квалификации (рис. 2). На первом этапе пользователь указывает набор имеющихся у него навыков, на основании которых он планировал осуществлять поиск вакансий. Сервис прогнозного обучения представляет ему отчёт с предлагаемыми к освоению дополнительными навыками. При этом он основывается на их совместной встречаемости в описаниях требований к кандидатам, размещённым в объявлениях о вакансиях.

Второй этап опционален. Соискатель может запросить прогноз востребованности предложенных ему дополнительных навыков на рынке труда. Если по результатам запроса пользователь сочтёт, что один или более навыков следует изучить (приобрести, освоить), то он может получить выборку наиболее релевантных учебных материалов из ПСС с помощью встроенной E-Learning системы. Отметим также, что решения могут приниматься не только в отношении самих навыков, но и глубины их освоения и, как следствие, о необходимых объемах обучения.

Интеграция с ПСС позволит упростить первый этап. В этом случае потребуется более тщательная проработка механизма присвоения навыков профилям пользователей. На сегодняшний день в LinkedIn и ResearchGate отсутствуют инструменты, которые бы осуществляли проверку вводимых пользователем данных. Помимо этого, сервис прогнозного обучения может быть внедрен в образовательных учреждениях для повышения качества учебного плана или совмещен с E-Learning механизмами, в том числе для организации сообществ пользователей, мотивации их к обмену опытом [29].

Основываясь на данных Бюро статистики труда США, средняя продолжительность незанятости на октябрь 2016 г. незначительно превышала показатель в шесть месяцев [33]. Это время, несомненно, может быть использовано для повышения квалификации соискателей. Сервис позволит эффективнее выбирать направление для профессионального роста или изменения профиля деятельности, что может сработать в качестве упреждающего решения. При интеграции с коммерческими системами возможна монетизация обратной связи, полученная не за счёт премиум-услуг. Так как это не всегда повышает конверсию [27], а за счёт качественного таргетирования рекламных кампаний.

Проектирование. Прежде всего, следует рассмотреть основные функциональные составляющие разрабатываемого сервиса для ПСС. Этот сервис в отношении обеспечения функциональности можно разделить на ряд подсистем: 1) сбора данных; 2) хранения данных; 3) анализа и прогнозирования; 4) обеспечения пользовательского интерфейса.

Подсистема сбора данных может задействовать, помимо ПСС, внешние источники. Это повысит надёжность результатов анализа за счёт всестороннего мониторинга информационного пространства. Наиболее пригодными являются источники машиночитаемых открытых данных ввиду наименьших затрат как аппаратных, так и человеческих ресурсов.

Внешние источники по составу предоставляемых данных можно разделить так: 1) патентная активность (например, GooglePatents, База Томпсон-Рейтор); 2) поисковая активность пользователей (например, GoogleTrends); 3) Интернет-рекрутинговые агентства (например, Indeed, HeadHunter).

Из-за большого разнообразия источников возникает задача по гомогенизации агрегируемых данных. Временные ряды являются, с точки зрения последующей обработки, наиболее подходящими для анализа востребованности навыков (компетенций). Данные ряды следует принять за основную форму представления информации. Фиксируемыми значениями могут быть, например, как ежегодные показатели патентной активности, так и ежедневные замеры числа вакансий в соответствующих компонентах сервиса. Для поиска взаимодополняющих навыков требуется формирование уникального идентификатора для каждой единицы информации (навыка). В случае с интернет-рекрутинговыми агентствами это может быть URL-адрес, уникально идентифицирующий вакансию. Исходя из этого, были выработаны типовые гомогенизированные структуры сущностей базы данных для анализа востребованности навыков (рис. 3) и для поиска взаимодополняющих навыков (рис. 4).

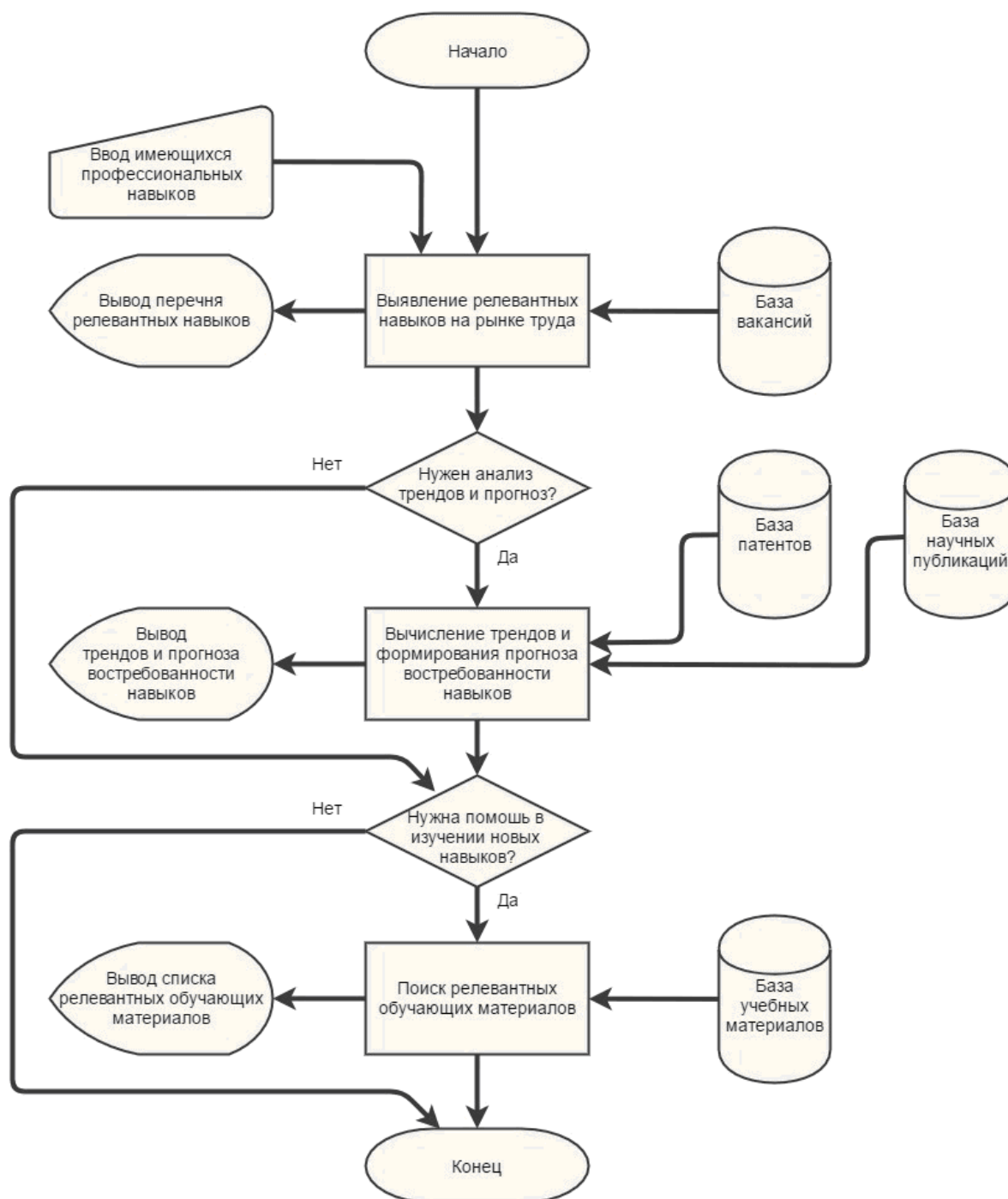


Рис. 2. Схема работы системы прогнозного обучения

Как утверждается в [19], реализация адекватного задаче подхода к расширению функционала может повысить эффективность и надёжность разработки. Поэтому целесообразно заранее проектировать сервис с учётом разделения его на относительно слабосвязанные модули. Можно с уверенностью сказать, следующее: компоненты сбора данных из внешних источников должны быть построены (разработаны) с возможностью независимого функционирования от остальных модулей сервиса; сбор данных может быть ресурсозатратным процессом, т.к. источники могут содержать данные в слабо пригодном для машинной обработки формате или включать варьирующееся количество шума. Примером шума при выборке вакансий могут быть такие вакансии, текст которых не содержит искомого слова или содержит его в значении, не подразумевающим искомый навык. Это разделение возможно при строгом соблюдении принципа «единственной ответственности» не только для моделей, но и для модулей.

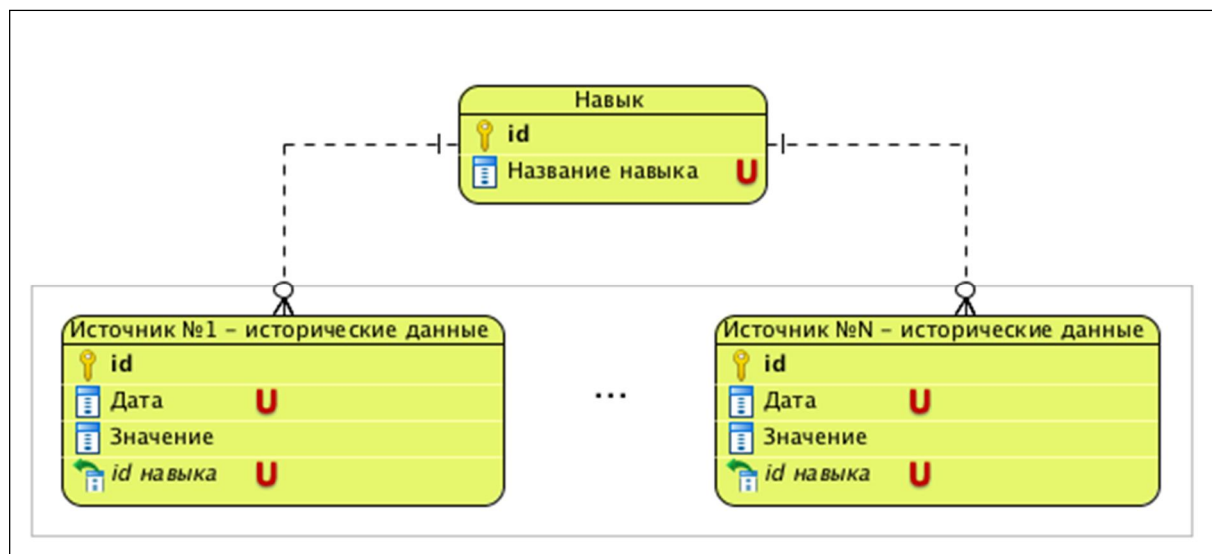


Рис. 3. Типовая структура сущностей базы данных (БД) для хранения временных рядов о наличии вакансий. Тиражируются N однотипных структур для различных источников

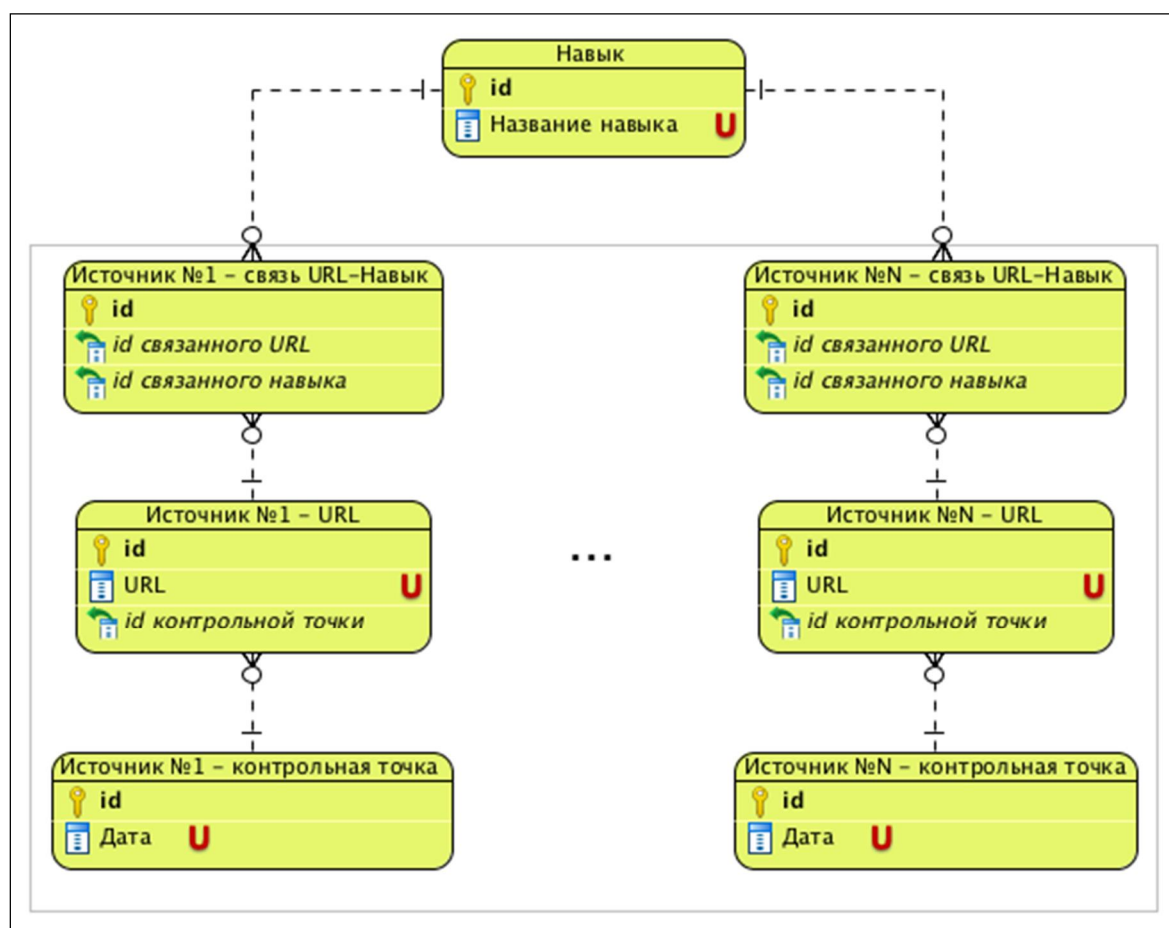


Рис. 4. Типовая структура сущностей БД для хранения данных о взаимодополняющих навыках, которые требуются от соискателей. Тиражируются N однотипных структур для различных источников

Для снижения количества зависимостей между компонентами системы также следует задействовать инверсию управления. Из возможных путей реализации (фабрика, локатор служб, внедрение зависимостей) наиболее применимым к рассматриваемой в данной статье задаче следует считать внедрение зависимостей. В случае использования шаблона «фабрика» возникают сложности с тестируемостью кода программной раз-

работки, что требует внесения изменений в саму реализацию фабрики [12]. Использование локатора служб возможно. Однако оно подразумевает, что все классы могут иметь непосредственную зависимость от локатора. Это также негативно сказывается на тестируемости кода. Подход с внедрением зависимостей критикуется из-за усложнения каркаса программного решения. Тем не менее, так как каркас редко подвергается изменениям, то в рамках поставленной задачи проблему такого усложнения стоит считать переоцененной.

Структура модулей сервиса должна строиться на основе принципа «соглашения по конфигурации» [9]. Тем самым можно избежать больших объёмов повторяющегося кода, обеспечивающего взаимодействие компонентов системы. E-Commerce платформа Magento 1.9 является известным примером системы, в которой данный подход мог бы значительно сократить трудозатраты на разработку. Практика показывает, что в подавляющем большинстве случаев при объявлении модулей используются идентичные параметры конфигурации. При этом случаи отхода от типовых конфигураций модуля зачастую считаются примерами недостаточного понимания принципов работы платформы Magento. Это подтверждается тем фактом, что сторонними разработчиками был реализован плагин для интегрированной среды разработки PHPStorm [25, 28]. Он позволяет создавать типовые структуры модулей.

Для реализации прототипа авторами был проведён анализ технологий, наиболее применимых для решения анализируемой задачи. Рассматривались в первую очередь решения с открытым исходным кодом. Так как речь идёт о сервисе для ПСС, то основой будет Web-интерфейс, базирующийся на технологиях гипертекстовой разметки. Это также подразумевает клиент-серверный подход к обеспечению взаимодействия с пользователями.

Для хранения данных были рассмотрены две основные альтернативы из числа реляционных СУБД: MySQL и PostgreSQL. Обе СУБД считаются наиболее востребованными среди реляционных СУБД [22]. Важным условием для разрабатываемого сервиса является возможность обслуживания большого количества пользователей. Это обязывает к использованию репликации данных. Причем необходимости в шардировании нет, так как количество внешних источников данных ограничено. Как показало сравнение MySQL версии 5.5.31 и PostgreSQL версии 9.1, производительность выполнения CRUD-операций при использовании репликации в подавляющем большинстве проведенных экспериментов была значительно выше у PostgreSQL [34]. В связи с этим было принято решение использовать в разработке именно эту СУБД.

В качестве основы для серверной части были рассмотрены следующие технологии: 1) PHP; 2) Java (фреймворк Vaadin); 3) Python (фреймворк Django); 4) JavaScript (платформа Node.js, фреймворк Express.js).

В исследовании 2013 г. [11] был проведён анализ 100000 проектов с открытым исходным кодом. Уместно дополнить эти данные срезом показателей востребованности технологий у работодателей в США на основе данных агентства Indeed. Сводные результаты показаны в таблице 1.

Таблица 1. Востребованность языков программирования

Технология	Процент строк кода от общего числа (источник: [11])	Процент проектов, использующих технологию (источник: [11])	Процент вакансий на рынке труда в США, 2016 г. (источник: Indeed)
PHP	6,31	11,02	0,36
Java	3,74	10,65	1,76
Python	2,03	15,22	0,91
JavaScript	11,18	27,87	1,35

Язык PHP является наиболее распространённым средством для разработки серверных компонентов веб-приложений. Однако он малопригоден для разработки сервисов для ПСС. Основные причины: в этот язык не заложен функционал для разработки служб (демонов); показатели производительности сравнительно низкие [21]; также, по мнению авторов исследования 2014 г. [23], язык «не рекомендуется» для построения масштабируемых систем.

Java является подходящим средством для разработки масштабируемых сервисов [21], но имеет ряд недостатков: 1) большое время компиляции проектов; 2) высокая вербальность, результатом которой становится снижение производительности разработчика.

Рассмотрение фреймворка Vaadin показало, что он значительно лучше подходит для создания внутренних корпоративных систем. Использование его в качестве средства для организации массового обслуживания нежелательно, в том числе из-за отсутствия полного контроля над генерируемым клиентским кодом веб-приложения.

Язык Python не имеет перечисленных выше для Java недостатков. Рассмотрим фреймворк Django, который является стандартом де-факто. В нём присутствует поддержка реляционных СУБД, но отсутствует поддержка NoSQL-хранилищ. Это не является проблемой на этапе разработки прототипа, но добавляет риски в проект из-за ограничения перечня доступных к применению хранилищ данных. Генерация CRUD-интерфейса может быть большим плюсом для разработчиков, но является незначительным

преимуществом для конечного сервиса. Кроме того, необходимость использования двух различных языков программирования (ЯП) для клиентской и серверной частей разработки негативно сказывается на продуктивности труда ее создателей.

JavaScript активно используется для создания клиентской части разработок. Однако с появлением платформы Node.JS он начал применяться и для серверных компонентов систем. В отличие от Java, это средство имеет меньшую производительность, однако она приемлема в рамках решения поставленной задачи. В JavaScript отсутствуют перечисленные выше недостатки Python. Наиболее распространённым является фреймворк Express.js, который не вносит значительных ограничений в архитектуру программного решения.

Таким образом, актуальным является применение связки JavaScript, Node.JS, Express.js для реализации серверной части сервиса.

В качестве дополнения к Express.js были выбраны Bottlejs и AngularJS версии 1.5.x, что обеспечило внедрение зависимостей на серверной и клиентской частях соответственно. Важно отметить сходство этих фреймворков, что положительно сказывается на единообразии кодовой базы сервиса.

Прототип. В результате проведенных исследований и практических экспериментов был разработан прототип сервиса для ПСС, осуществляющий сбор, гомогенизацию и анализ данных из пяти различных источников: HeadHunter, Indeed.com, GooglePatents, GoogleScholar и GoogleTrends. При этом некоторые источники предоставляют данные более чем по одному показателю, отражающему рыночную ситуацию. На рисунке 5 представлена концептуальная схема сервиса, содержащая пять основных групп, реализующих функционал: 1. Скрипты инициализации – набор программных компонентов, реализующих обнаружение, запуск, первичную настройку и интеграцию всех остальных частей проекта. 2. Модули – это основные компоненты программного проекта, разделённые на группы. В них заложен весь основной функционал, позволяющий сервису выполнять сбор, хранение, анализ и вывод информации для пользователя. 3. Консольные скрипты – это набор независимых (в отношении исполнения) от основного приложения компонентов, необходимых для проведения пусконаладочных работ или экспериментальных исследований, не требующих графического интерфейса. 4. Конфигурации – это набор настроек, с возможностью их перепреопределения в зависимости от исполняющей среды. Так, например, возможно хранение двух отличающихся наборов конфигураций для разработки и для целевой среды исполнения. 5. Сторонние компоненты – это наборы готовых библиотек, доступных по лицензиям программного обеспечения с открытым исходным кодом. Они подключаются с помощью менеджеров пакетов. Для серверных компонентов эту роль выполняет утилита NPM, а для компонентов пользовательского интерфейса – Bower.

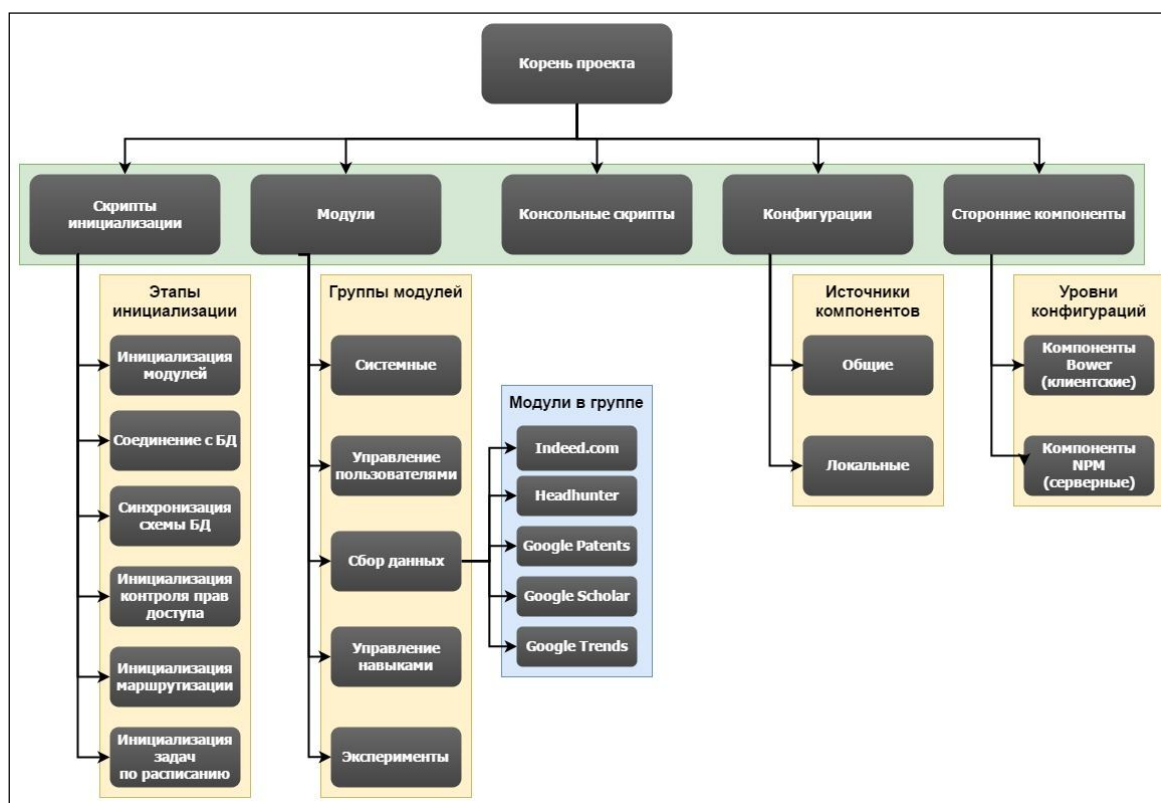


Рис. 5. Концептуальная схема программного решения

Модули имеют стандартизованную структуру директорий: 1) Config – содержит конфигурации модуля, списки реализованных сущностей базы данных, списки задач по расписанию; 2) Cronjobs – содержит файлы задач по расписанию; 3) Entities – содержит файлы сущностей базы данных, как особый вид моделей; 4) Models – содержит модели, реализующие логику сервиса; 5) Routes – содержит обработчики HTTP-запросов с привязкой к шаблонам URL; 6) Static – содержит файлы каскадных таблиц стилей и программных компонентов клиентского приложения.

Возможность частичной инициализации системы является важной. В прототипе существует три режима запуска: сервер сбора данных, HTTP-сервер и комбинированный режим. Первый режим инициализирует компоненты, необходимые для агрегации данных из внешних источников по расписанию. Второй – компоненты, отвечающие за пользовательский интерфейс и доступ к сервису по протоколу HTTP, что включает в себя RESTAPI, списки контроля доступа и пользовательский интерфейс. Комбинированный режим подразумевает запуск всех компонентов, что обеспечивает работу сервиса на одном вычислительном узле. Кроме подобного разделения возможен запуск ограниченного числа модулей. Все это позволяет разделить систему на множество независимых сервисов, реализующих часть функционала. Благодаря этому при увеличении числа модулей сервис сохраняет возможность к масштабированию. Он может быть доработан для взаимодействия с большим числом источников данных, обеспечивая тем самым повышение ценности информации для пользователей. Кроме того, на основе идеи предложенного сервиса могут быть построены специализированные ПСС, ориентированные на конкретные области знаний (например, на сферу IT).

Рассмотрим текущие возможности сервиса. Несмотря на возрастающий интерес к таким молодым ЯП, как CoffeeScript и TypeScript, они пока редко применяются в коммерческой сфере. На рисунке 6 показано изменение популярности поисковых запросов в Google в отношении каждого из указанных ЯП. Важно, что каждый из приведённых на графике рядов независим от других. Поэтому нельзя считать, что информацию о CoffeeScript ищут чаще, чем о JavaScript. О низкой востребованности CoffeeScript в коммерческом секторе свидетельствует целый ряд источников: патентная активность (рис. 7), вакансии на американском и российском рынках труда (рис. 8 и 9 соответственно). Для рисунков с 6 по 9 данные были получены путём выполнения GET-запросов к API сервисов с последующим выделением отложенных по вертикали значений из слабоструктурированного набора данных в соответствии с указанными датами.

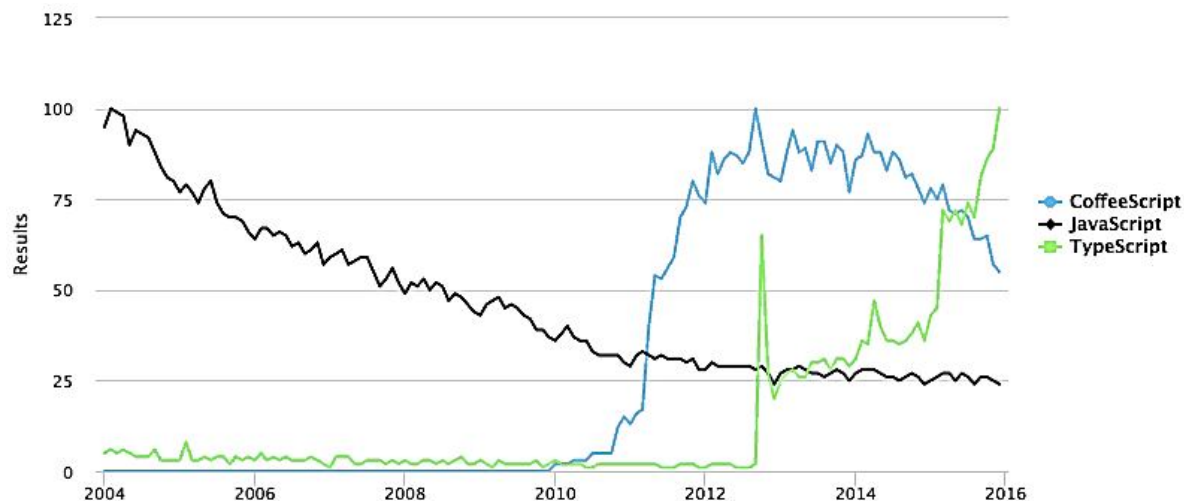


Рис. 6. Относительные показатели частоты поисковых запросов (по вертикали отложены проценты от максимальной частоты запросов). Источник: GoogleTrends

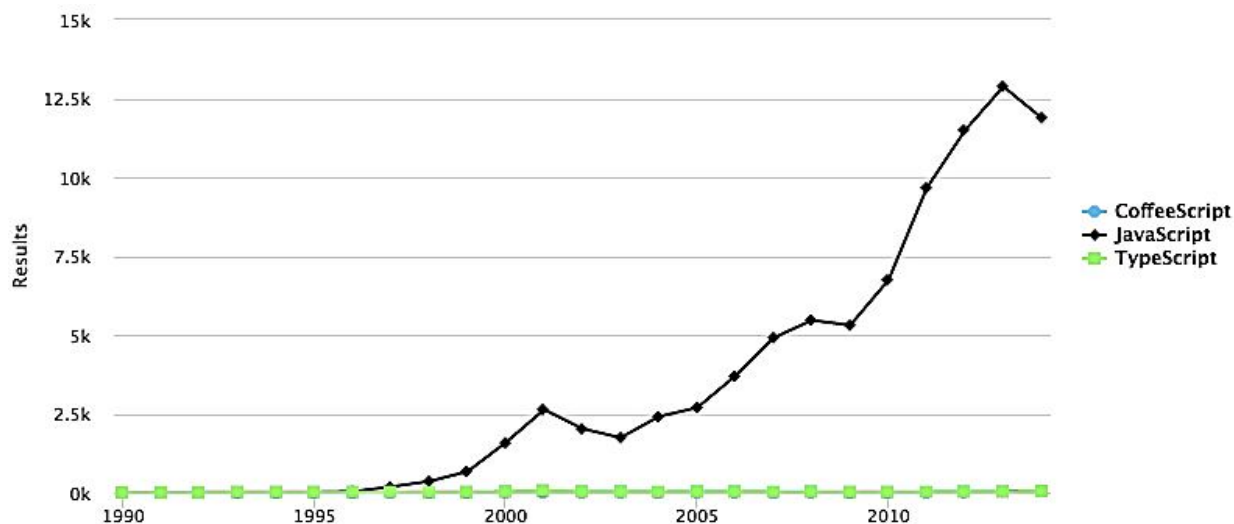


Рис. 7. Ежегодная патентная активность. По вертикали отложено абсолютное количество патентов, содержащих ключевое слово, за год. Источник: GooglePatents

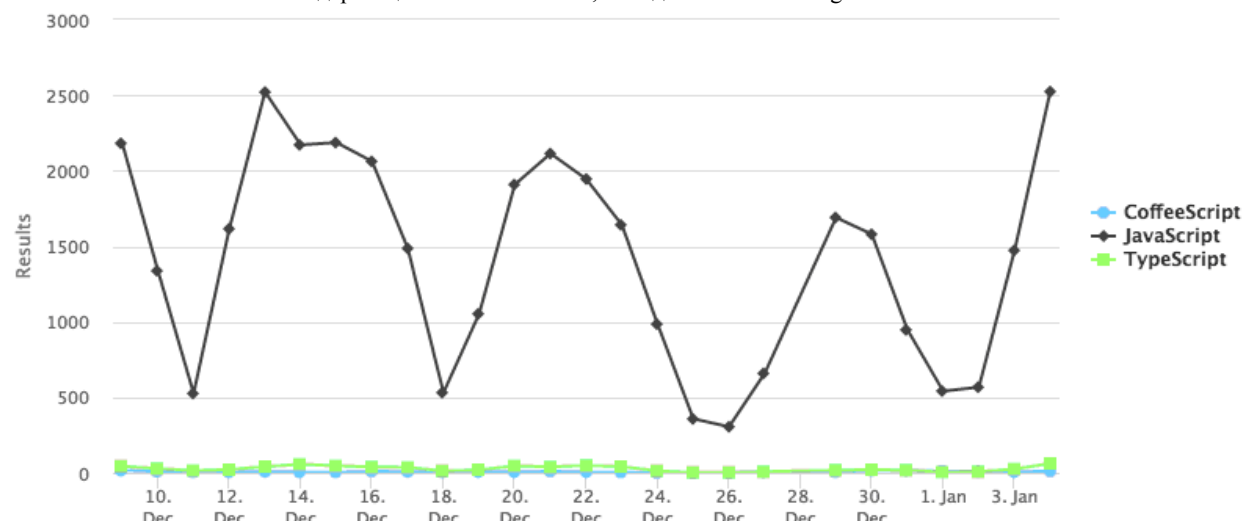


Рис. 8. Вакансии на американском рынке труда (по вертикали отложено абсолютное количество вакансий, содержащих ключевое слово, в сутки). Источник: Indeed (<http://www.indeed.com/>)

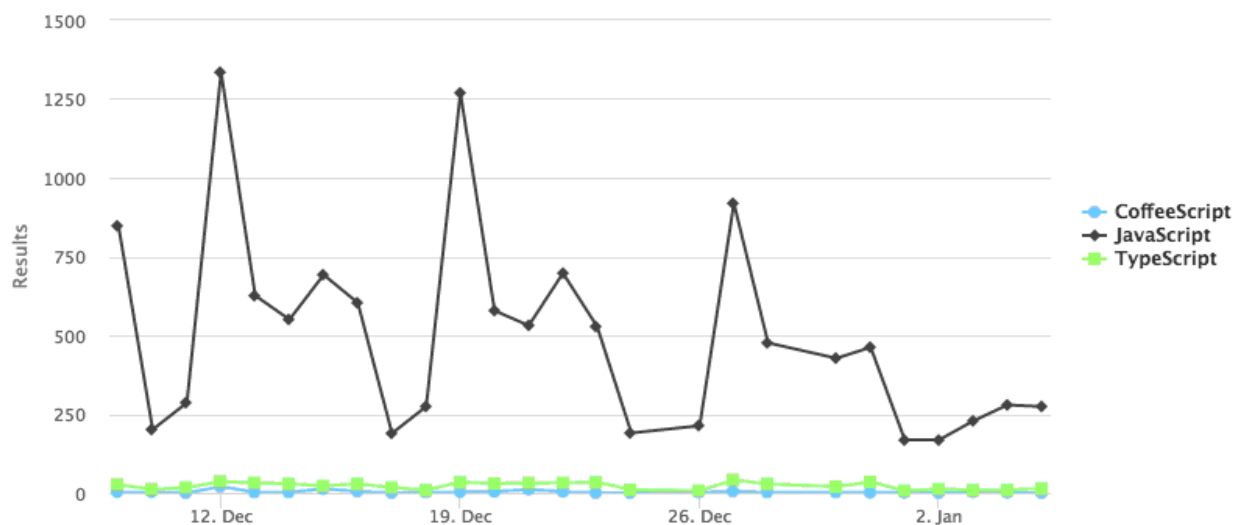


Рис. 9. Вакансии на российском рынке труда (по вертикали отложено абсолютное количество вакансий, содержащих ключевое слово, в сутки). Источник: HeadHunter (<http://hh.ru/>)

Полученные результаты следует считать ожидаемыми. Причина заключается в следующем. Так как CoffeeScript и TypeScript компилируются в JavaScript, то это обязывает разработчиков программных средств к знанию всех компонентов. Тем самым повышаются требования к кандидатам. В сфере коммерческой разработки это невыгодно, так как влечёт дополнительные риски, да и затраты со стороны работодателей. Тем не менее обозначенные ЯП востребованы в OpenSource-сообществе. Подтверждением этому является редактор исходного кода Atom, разработанный с помощью ЯП CoffeeScript.

Разработанный авторами сервис для ПСС решает задачу подбора наиболее актуальных для изучения навыков. Это возможно путём нахождения пересечений выборки вакансий, которые содержат указанные пользователем навыки, со всеми возможными выборками вакансий, включающих в себя один из навыков, входящих в заданную категорию/категории. Допустим, что разработчик знает две ключевые для него области: ЯП Python и Web-фреймворк Django. Чтобы повысить собственную стоимость на рынке труда, представляется наиболее логичным изучение одной или нескольких СУБД, с которыми разработчику предстоит взаимодействовать. Результаты анализа рынка труда, полученные в результате нахождения пересечений выборок, показывают, что самыми востребованными являются реляционные СУБД PostgreSQL и MySQL (рис. 10).

Аналогичное исследование можно провести и для устоявшейся связки: ЯП PHP и СУБД MySQL. В этом случае наиболее разумно определить актуальные для изучения Web-фреймворки. Как показано на рисунке 11, наиболее востребованы Yii, Symfony и Laravel. Наличие в этом списке фреймворков, не связанных с обозначенными навыками, объясняется тем, что компании ищут разработчиков, которые бы вели разработку и поддержку проекта индивидуально или в виде малой команды (2 человека).

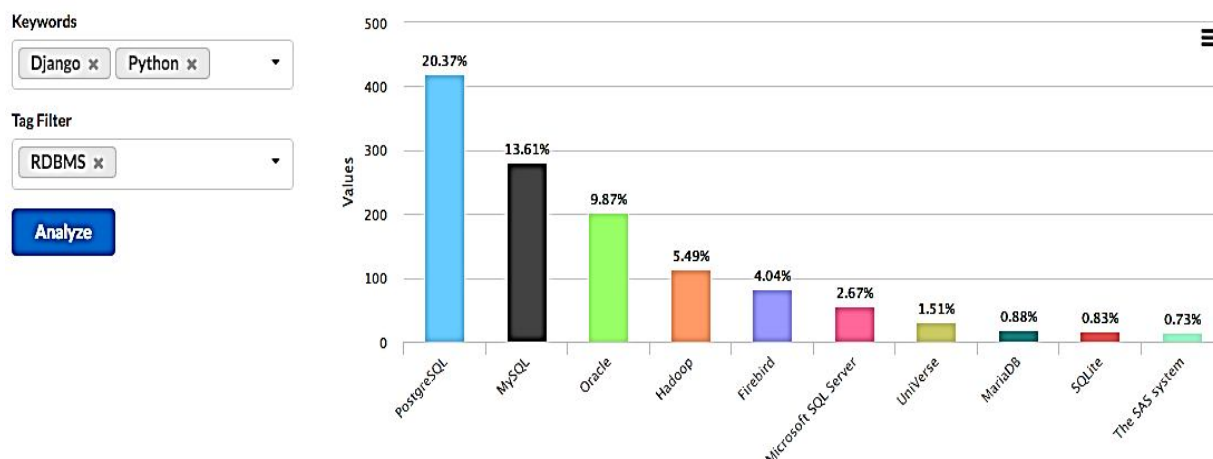


Рис. 10. Актуальные реляционные СУБД для взаимодействия с Python и Django. Источник: HeadHunter (<http://hh.ru/>)

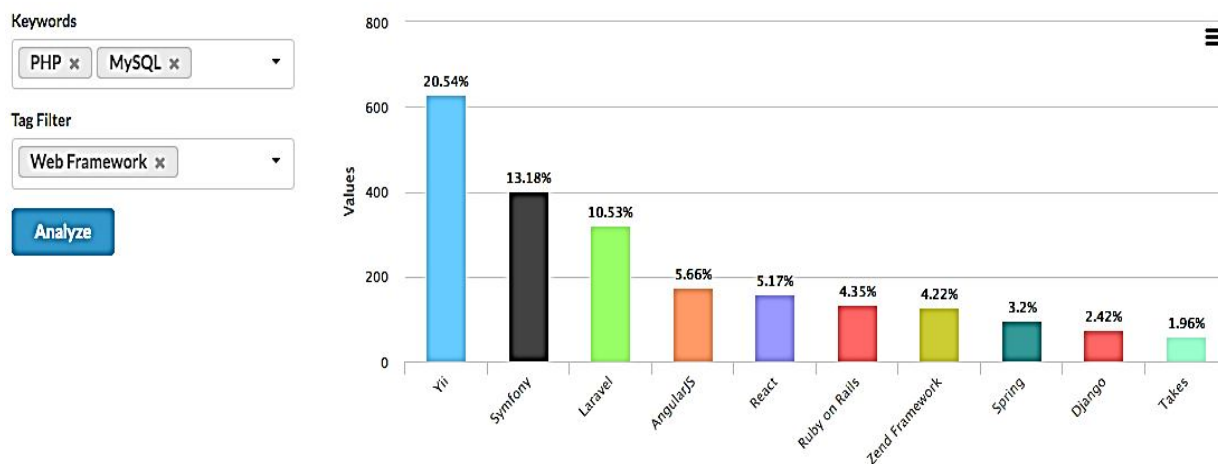


Рис. 11. Актуальные Web-фреймворки для обеспечения взаимодействия с PHP и MySQL. Источник: HeadHunter (<http://hh.ru/>)

Анализ полученных результатов. На данном этапе выполнения разработки основной проблемой является отсутствие единого подхода к обозначению профессиональных навыков специалистов. В связи с этим отметим следующее. 1. Участники ПСС указывают навыки с различной степенью детализации. 2. Навык может иметь более чем одно обозначение (например, в виде синонимов). 3. Перечень навыков не стандартизирован. Поэтому возможны различные варианты представления терминов, в т.ч.

в виде транслитераций. Не исключены и ошибки написания терминов, применение нестандартных сокращений и пр. (4) Зачастую навыки в описаниях приводятся в неструктурированном виде. Это усложняет машинную обработку текстов и снижает точность/надежность получаемых результатов.

Для проведения более глубокого анализа проблемы необходим доступ к прикладному программному интерфейсу ПСС, отвечающему за представление навыков. Однако крупными ПСС LinkedIn и ResearchGate такая возможность на момент проведения исследования не предоставлялась.

В процессе экспериментов была выявлена такая особенность данных из открытых источников. При монолингвальном поиске информации (американское рекрутинговое агентство – Indeed, <http://www.indeed.com/>) показатели шума варьируются и достигают неприемлемых значений. В то же время при использовании иноязычных профессиональных терминов (российское рекрутинговое агентство – HeadHunter, <http://hh.ru/>) показатели шума остаются в допустимых пределах и имеют незначительный разброс. Иллюстрация этой особенности представлена в таблицах 2 и 3, а также на рисунках 12 и 13 соответственно. Навыки были выбраны исходя из следующего распределения:

- 2 распространённых языка программирования (Java, PHP);
- 1 устаревающий язык программирования (Objective-C);
- 2 малораспространённых языка программирования (Haskell, Boo);
- 2 устаревших языка программирования (Pascal, Clarion);
- 3 распространённых СУБД для различных областей применения (MySQL, Microsoft Access, SQLite).

Таблица 2. Соотношение вакансий и шума в американском интернет-рекрутинговом агентстве Indeed (данные за 15 октября 2016 г.)

Навык	Общее число вакансий	Число подходящих вакансий	Число посторонних вакансий
Java	1025	945	80
PHP	1025	897	128
Objective-C	1025	379	646
Haskell	373	171	202
Boo	88	2	86
Pascal	67	37	30
MySQL	1025	784	241
Microsoft Access	1025	433	592
SQLite	471	320	151
Clarion	412	24	388

Таблица 3. Соотношение вакансий и шума в российском интернет-рекрутинговом агентстве HeadHunter (данные за 6 декабря 2016 г.)

Навык	Общее число вакансий	Число подходящих вакансий	Число посторонних вакансий
Java	484	448	36
416	386	30	—
53	50	3	—
8	8	0	—
346	298	48	—
20	18	2	—
14	14	0	—

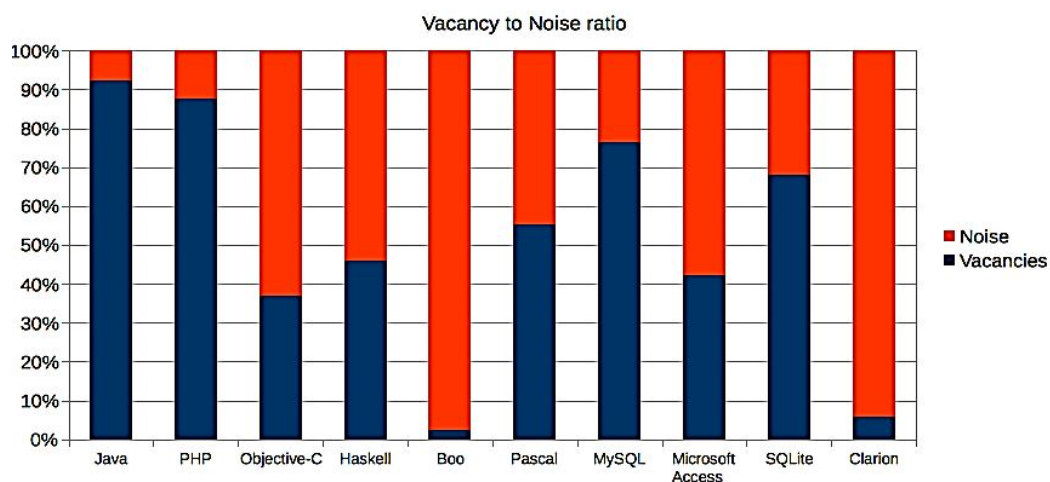


Рис. 12. Соотношение долей вакансий и шума в американском интернет-рекрутинговом агентстве Indeed (данные за 15 октября 2016 г.)

Под «подходящими вакансиями» подразумеваются те вакансии, текст которых в явном виде содержит искомый навык. «Посторонними вакансиями» следует считать вакансии, в тексте которых нет искомого навыка или присутствует омоним, не подразумевающий искомый навык. Возможная погрешность значений в таблицах – 5 вакансий, что практически не влияет на получаемые результаты. При осуществлении выборки из данных российского интернет-рекрутингового агентства были исключены такие технологии, как Haskell, Boo и Clagion, ввиду того, что количество результатов по ним было ниже допустимой статистической погрешности.

Описанное выше свойство (особенность) может быть использовано при работе с мультиязычными ресурсами с целью повышения точности результатов. Для работы с монолингвальными внешними источниками необходима разработка фильтра, который бы снизил процент шума до приемлемых значений.

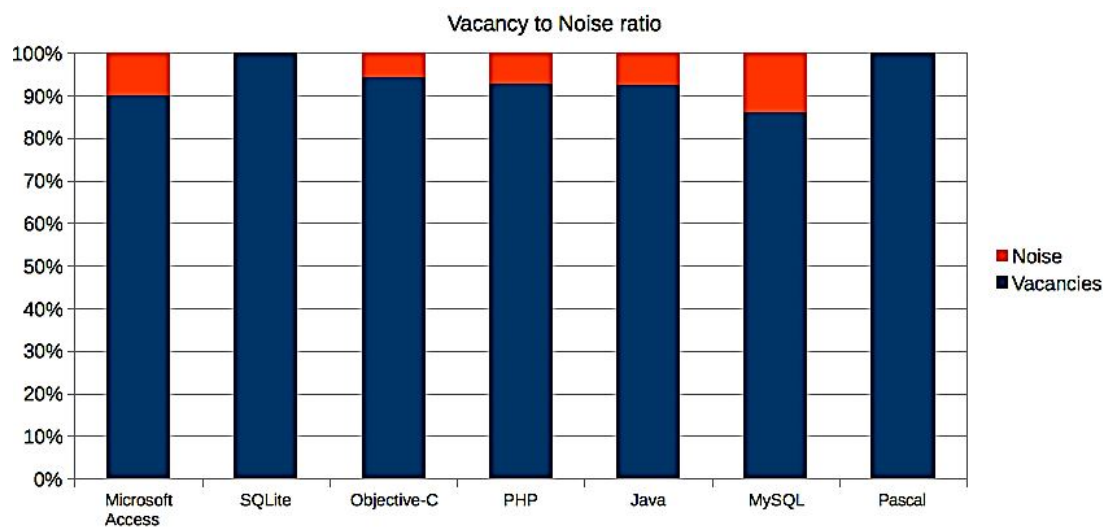


Рис. 13. Соотношение вакансий и шума в российском интернет-рекрутинговом агентстве HeadHunter (данные за 6 декабря 2016 г.)

Прогнозирование ситуации на рынке труда требует разработки модели, ориентированной на заданную предметную область как для краткосрочного, так и для стратегического планирования. На данный момент было проведено исследование для краткосрочного планирования, в котором оригинальный метод показал наиболее точный результат [4, 17].

Проведён обзор научных работ, посвящённых СС, ПСС и анализу патентной активности. Выявлено, что существует корреляция между развитием технологий и ежегодным числом патентов.

Предложена концепция сервиса прогнозного обучения, который может стать связующим звеном между ПСС, рекрутинговыми агентствами и непосредственными участниками рынка труда.

Рассмотрены вопросы гомогенизации данных из различных источников. Сформированы типовые структуры хранения данных, а также проведён обзор технологий, которые могут быть применены для разработки.

Представлена модульная структура сервиса и концептуальная схема программного решения. Показана работа прототипа на примере анализа востребованности языков программирования и иных программных средств.

В ходе анализа выявлены основные трудности, которые предстоит решить: отсутствие структурированности описания навыков, варьирующаяся степень детализации, отсутствие стандартов. Также было замечено, что при использовании профессиональной терминологии на иностранном языке, процент шума в выборках вакансий значительно ниже, чем при использовании терминологии на национальном языке, применяемом в интернет-рекрутинговом агентстве.

Список литературы

1. Гаранина М. Н. Особенности содержания образования и методов обучения в системе / М. Н. Гаранина, В. В. Кондратьев // Мир образования – образование в мире. – 2012. – № 1. – С. 211–217.
2. Гурье Л. И. Интегративные основы инновационного образовательного процесса в высшей профессиональной школе / Л. И. Гурье, А. А. Кирсанов, В. В. Кондратьев, И. Э. Ярмеев. – Москва : ВИНТИ, 2006.
3. Исследование рынка труда и обзор заработных плат. Россия // Antal Russia. – 2016.
4. Петрушин В. Н. Формализация временного ряда методом двойного сглаживания / В. Н. Петрушин, Г. О. Рытиков // CloudofScience. – 2014 – Т. 1, № 2. – С. 230–238.
5. Пиявский С. А. Система управления формированием универсальных компетенций студентов высших учебных заведений: монография / С. А. Пиявский, Г. П. Савельева. – Самара : СГАСУ, 2009. – Т. 105.

6. Тхагапсоев Х. Г. Российская образовательная реальность и ее превращенные формы / Х. Г. Тхагапсоев, М. Б. Сапунов // Высшее образование в России. – 2016. – № 6.
7. Тхагапсоев Х. Г. К проблемам инженерного образования в современной России / Х. Г. Тхагапсоев, М. М. Яхутлов // Качество. Инновации. Образование. – 2016. – № 8–10. – С. 11–17.
8. Aguado D. Applicant reactions to social network web use in personnel selection and assessment / D. Aguado, R. Rico, V. J. Rubio, L. Fernández // Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones. – 2016. – Vol. 32, № 3. – P. 183–190.
9. Bächle M. Ruby on rails / M. Bächle, P. Kirchberg // IEEE Software. 2007. – Vol. 24, № 6. – P. 105–108.
10. Bastian M. LinkedIn Skills: Large-Scale Topic Extraction and Inference Mathieu / M. Bastian, M. Hayes, W. Vaughan, S. Shah, P. Skomoroch, H. Kim, S. Uryasev, C. Lloyd // Proceedings of the 8th ACM Conference on Recommender systems – RecSys '14. – 2014. – P. 1–8.
11. Bissyandé T. F. Popularity, interoperability, and impact of programming languages in 100,000 open source projects / T. F. Bissyandé, F. Thung, D. Lo, L. Jiang, L. Réveillère // Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), 2013 IEEE 37th Annual. – 2013. – P. 303–312.
12. Brown M. A. Mock Object Patterns / M. A. Brown, E. Tapolcsanyi // The 10th Conference on Pattern Languages of Programs. – 2003. – P. 1–17.
13. Chiang J.K.H., Suen H.Y. Self-presentation and hiring recommendations in online communities: Lessons from LinkedIn // Computers in Human Behavior. – 2015. – Vol. 48. – P. 516–524.
14. Datta A. Decentralized Online Social Networks / A. Datta, S. Buchegger, L. H. Vu, T. Strufe, K. Rzadca // Handbook of Social Network Technologies and Applications / ed. by Furht B. – Springer Science & Business Media, 2010. – P. 349–378.
15. Gao L. Technology life cycle analysis method based on patent documents / L. Gao, A. L. Porter, J. Wang, S. Fang, X. Zhang, T. Ma, W. Wang, L. Huang // Technological Forecasting and Social Change. – 2013. – Vol. 80, № 3. – P. 398–407.
16. Guillory J. The Effect of LinkedIn on Deception in Resumes / J. Guillory, J. T. Hancock // Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking. – 2012. – Vol. 15, № 3. – P. 135–140.
17. Ilin D. Development of computer service for analysis of demanded skills in the professional environment / D. Ilin, D. Strunitsyn, M. Fedorov, E. Nikulchev, G. Bubnov // SHS Web of Conferences. – 2016. – Vol. 29, № 02017.
18. Järvenpää H. M. Patent and publishing activity sequence over a technology's life cycle / H. M. Järvenpää, S. J. Mäkinen, M. Seppänen // Technological Forecasting and Social Change. – 2011. – Vol. 78, № 2. – P. 283–293.
19. Klatt B. Software Extension Mechanisms // Fakultät für Informatik, Karlsruhe, Germany, Interner Bericht / B. Klatt, K. Krogmann. – 2008. – Vol. 8.
20. Knox J. Digital culture clash: “Massive” education in the e-learning and digital cultures MOOC / J. Knox // Distance Education. – 2014. – Vol. 35, № 2. – P. 164–177.
21. Kotsis G. Performance Comparison of Web – based Database Access / G. Kotsis, L. Taferner // Proceedings of DCABES. – 2002.
22. Kovalskyi D. Performance of popular open source databases for HEP related computing problems / D. Kovalskyi, I. Sfiligoi, F. Wuertwein, A. Yagil // Journal of Physics: Conference Series. – 2014. – Vol. 513, № 4. – 042027.
23. Kovatsch M. Californium: Scalable cloud services for the internet of things with coap / M. Kovatsch, M. Lanter, Z. Shelby // International Conference on the Internet of Things (IoT). – 2014. – P. 1–6.
24. Martín-Blas T. The role of new technologies in the learning process: Moodle as a teaching tool in Physics / T. Martín-Blas, A. Serrano-Fernández // Computers and Education. – 2009. – Vol. 52, № 1. – P. 35–44.
25. Moreno J. A. Aplicación de comercio electrónico para pequeñas y medianas empresas a través de las tecnologías Open Source / J. A. Moreno. – Madrid, 2016.
26. Nicholas D. ResearchGate: Reputation uncovered / D. Nicholas, D. Clark, E. Herman // Learned Publishing. – 2016. – Vol. 29, № 3. – P. 173–182.
27. Osipov I. Study of monetization as a way of motivating freemium service users / I. Osipov, E. Nikulchev, D. Plokhov, A. Volinsky // Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8, № 17–20. – P. 911–918.
28. Piatti E. Magento. PhpStorm (PHP IDE) plugin for Magento / Piatti E. Magento. – Режим доступа: <http://magento.com/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ. (Дата обращения 30.12.2016)
29. Prasikova A. Y. e-learning application for practicing foreign language skills with native speakers / A. Y. Prasikova, I. V. Osipov, A. A. Volinsky, E. V. Nikulchev // Technology, Innovation and Education. – 2016. – Vol. 2, № 3. – P. 1–8.
30. Sapountzi A. Social networking data analysis tools and challenges / A. Sapountzi, K.E. Psannis // Future Generation Computer Systems. – 2016.
31. Skeels M. M. When Social Networks Cross Boundaries: A Case Study of Workplace Use of Facebook and LinkedIn / M. M. Skeels, J. Grudin // Group'09. – 2009. – Vol. 10, № 3. – P. 95–103.
32. Sun P. C. What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction / P. C. Sun, R. J. Tsai, G. Finger, Y. Y. Chen, D. Yeh // Computers and Education. – 2008. – Vol. 50, № 4. – P. 1183–1202.
33. The employment situation – October 2016. – Bureau of Labor Statistics; U.S. Department of Labor, 2016.
34. Truica C. O. Performance evaluation for CRUD operations in asynchronously replicated document oriented database / C. O. Truica, F. Radulescu, A. Boicea, I. Bucur // Proceedings – 2015 20th International Conference on Control Systems and Computer Science. – 2015. – P. 191–196.
35. Van Dijck J. “You have one identity”: performing the self on Facebook and LinkedIn / J. Van Dijck // Media, Culture & Society. – 2013. – Vol. 35, № 2. – P. 199–215.

36. Van Noorden R. Online collaboration: Scientists and the social network / R. Van Noorden // *Nature*. – 2014. – Vol. 512, № 7513. – P. 126–129.

37. Wang Y. Device-to-Device based mobile social networking in proximity (MSNP) on smartphones: Framework, challenges and prototype / Y. Wang, L. Wei, A. V. Vasilakos, Q. Jin // *Future Generation Computer Systems*. – 2015.

References

1. Garanina M. N., Kondratiev V. V. Osobennosti soderzhaniya obrazovaniya i metodov obucheniya v sisteme [Specifics of keeping education and learning methods as a system]. *Mir obrazovaniya – obrazovanie v mire* [The World of Education – Education in the World], 2012, no. 1, pp. 211–217.
2. Gure L. I., Kirsanov A. A., Kondratiev V. V., Yarmakeev I. E. *Integrativnye osnovy innovatsionnogo obrazovatel'nogo protsessa v vysshey professional'noy shkole* [Integrative fundamentals of the innovative education process in the higher education], Moscow, VINITI Publ. House, 2006.
3. Issledovanie rynka truda i obzor zarabotnykh plat. Rossiya [Research of the labor market and review of salaries. Russia.]. *Antal Russia*, 2016.
4. Petrushin V. N., Rytikov G. O. Formalizatsiya vremennogo ryada metodom dvoynogo sglazhivaniya [Time series formalization using double smoothing method]. *Cloud of Science*, 2014, vol. 1, no. 2, pp. 230–238.
5. Piyavskiy S. A., Savelyeva G. P. *Sistema upravleniya formirovaniem universalnykh kompetentsiy studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy* [Management system of universal student competencies development in higher education: monograph], Samara, SGASU Publ. House, 2009, vol. 105.
6. Tkhatapsoev Kh. G., Sapunov M. B. Rossiyskaya obrazovatel'naya realnost' i ee prevrashchennye formy [Reality of the Russian education and its augmented forms]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher Education in Russia], 2016, no. 6.
7. Tkhatapsoev Kh. G., Yakhutlov M. M. K problemam inzhener'nogo obrazovaniya v sovremennoy Rossii [On the problems of the engineering education in Russia of current days]. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie*. [Quality. Innovations. Education], 2016, no. 8–10, pp. 11–17.
8. Aguado D., Rico R., Rubio V. J., Fernández L. Applicant reactions to social network web use in personnel selection and assessment. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 2016, vol. 32, no. 3, pp. 183–190.
9. Bächle M., Kirchberg P. Ruby on rails. *IEEE Software*, 2007, vol. 24, no. 6, pp. 105–108.
10. Bastian M., Hayes M., Vaughan W., Shah S., Skomoroch P., Kim H., Uryasev S., Lloyd C. LinkedIn Skills: Large-Scale Topic Extraction and Inference Mathieu. *Proceedings of the 8th ACM Conference on Recommender systems – RecSys '14*, 2014, pp. 1–8.
11. Bissyandé T. F., Thung F., Lo D., Jiang L., Réveillere L. Popularity, interoperability, and impact of programming languages in 100,000 open source projects. *Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), 2013 IEEE 37th Annual*, 2013, pp. 303–312.
12. Brown M. A., Tapolcsanyi E. Mock Object Patterns. *The 10th Conference on Pattern Languages of Programs*, 2003, pp. 1–17.
13. Chiang J. K. H., Suen H. Y. Self-presentation and hiring recommendations in online communities: Lessons from LinkedIn. *Computers in Human Behavior*, 2015, vol. 48, pp. 516–524.
14. Datta A., Buchegger S., Vu L. H., Strufe T., Rzađca K. Decentralized Online Social Networks. *Handbook of Social Network Technologies and Application*, 2010, pp. 349–378.
15. Gao L., Porter A. L., Wang J., Fang S., Zhang X., Ma T., Wang W., Huang L. Technology life cycle analysis method based on patent documents. *Technological Forecasting and Social Change*, 2013, vol. 80, no. 3, pp. 398–407.
16. Guillory J., Hancock J. T. The Effect of LinkedIn on Deception in Resumes. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 2012, vol. 15, no. 3, pp. 135–140.
17. Ilin D., Strunitsyn D., Fedorov M., Nikulchev E., Bubnov G. Development of computer service for analysis of demanded skills in the professional environment. *SHS Web of Conferences*, 2016, vol. 29, no. 02017.
18. Järvenpää H. M., Mäkinen S. J., Seppänen M. Patent and publishing activity sequence over a technology's life cycle. *Technological Forecasting and Social Change*, 2011, vol. 78, no. 2, pp. 283–293.
19. Klatt B., Krogmann K. Software Extension Mechanisms. *Fakultät für Informatik, Karlsruhe, Germany, Interner Bericht*, 2008, vol. 8.
20. Knox J. Digital culture clash: “Massive” education in the e-learning and digital cultures MOOC. *Distance Education*, 2014, vol. 35, no. 2, pp. 164–177.
21. Kotsis G., Taferner L. Performance Comparison of Web - based Database Access. *Proceedings of DCABES*, 2002.
22. Kovalskyi D., Sfilişoi I., Wuerthwein F., Yagil A. Performance of popular open source databases for HEP related computing problems. *Journal of Physics: Conference Series*, 2014, vol. 513, no. 4, 042027.
23. Kovatsch M., Lanter M., Shelby Z. Californium: Scalable cloud services for the internet of things with coap. *International Conference on the Internet of Things (IOT)*, 2014, pp. 1–6.
24. Martín-Blas T., Serrano-Fernández A. The role of new technologies in the learning process: Moodle as a teaching tool in Physics. *Computers and Education*, 2009, vol. 52, no. 1, pp. 35–44.
25. Moreno J. A. *Aplicación de comercio electrónico para pequeñas y medianas empresas a través de las tecnologías Open Source*, Madrid, 2016.
26. Nicholas D., Clark D., Herman E. ResearchGate: Reputation uncovered. *Learned Publishing*, 2016, vol. 29, no. 3, pp. 173–182.
27. Osipov I., Nikulchev E., Plokhov D., Volinsky A. Study of monetization as a way of motivating freemium service users. *Contemporary Engineering Sciences*, 2015, vol. 8, no. 17–20, pp. 911–918.
28. Piatti E. Magicento, PhpStorm (PHP IDE) plugin for Magento, URL: <http://magicento.com/> (Accessed 30.12.2016).

29. Prasikova A. Y., Osipov I. V., Volinsky A. A., Nikulchev E. V. Online e-learning application for practicing foreign language skills with native speakers. *Technology, Innovation and Education*, 2016, vol. 2, no. 3, pp. 1–8.
30. Sapountzi A., Psannis K. E. Social networking data analysis tools and challenges. *Future Generation Computer Systems*, 2016.
31. Skeels M. M., Grudin J. When Social Networks Cross Boundaries: A Case Study of Workplace Use of Facebook and LinkedIn. *Group '09*, 2009, vol. 10, no. 3, pp. 95–103.
32. Sun P. C., Tsai R. J., Finger G., Chen Y. Y., Yeh D. What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. *Computers and Education*, 2008, vol. 50, no. 4, pp. 1183–1202.
33. The employment situation – October 2016. Bureau of Labor Statistics; U.S. Department of Labor Publ., 2016.
34. Truica C. O., Radulescu F., Boicea A., Bucur I. Performance evaluation for CRUD operations in asynchronously replicated document oriented database. *Proceedings – 2015 20th International Conference on Control Systems and Computer Science*, 2015, pp. 191–196.
35. Van Dijck J. “You have one identity”: performing the self on Facebook and LinkedIn. *Media, Culture & Society*, 2013, vol. 35, no. 2, pp. 199–215.
36. Van Noorden R. Online collaboration: Scientists and the social network. *Nature*, 2014, vol. 512, no. 7513, pp. 126–129.
37. Wang Y., Wei L., Vasilakos A.V., Jin Q. Device-to-Device based mobile social networking in proximity (MSNP) on smartphones: Framework, challenges and prototype. *Future Generation Computer Systems*, 2015.

УДК [004.6+004.3] : [621.371+654]

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ОЦЕНОК ПРОЕКТОВ В ОБЛАСТИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Статья поступила в редакцию 05.03.2017, в окончательном варианте – 15.05.2017.

Сорокин Александр Александрович, Астраханский государственный технический университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, кандидат технических наук, доцент, ORCID [www.orcid.org: 0000-0001-5085-8417](http://www.orcid.org/0000-0001-5085-8417), e-mail: alsorokin.astu@mail.ru, https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=499675

Юссуф Ахмат, Астраханский государственный технический университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, аспирант, ORCID [www.orcid.org: 0000-0001-8115-0286](http://www.orcid.org/0000-0001-8115-0286), e-mail: kalimy@mail.ru, https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=931016

Ахмат Махамат Салех, Национальный институт науки и техники, 6077, N'Djamena, Republic of Chad, кандидат технических наук, доцент, ORCID [www.orcid.org: 0000-0003-0347-022X](http://www.orcid.org/0000-0003-0347-022X), e-mail: ahmat02@yahoo.com

Маличенко Алексей Сергеевич, ООО «АсТел», 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Савушкина, 6, корп. 6,

генеральный директор, магистр по направлению «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»; ORCID [www.orcid.org: 0000-0003-2175-6467](http://www.orcid.org/0000-0003-2175-6467), e-mail: malichenko@yandex.ru, https://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=930366

Развитие сетей связи (СС) является необходимым условием обеспечения успешности функционирования социально-экономических систем регионов и стран в целом. В свою очередь, одним из важных компонентов развития СС является реализация проектов по внедрению в них структурных элементов (СЭ): точек доступа беспроводных сетей передачи данных; базовых станций систем мобильной связи; участков транспортной сети. При этом для оптимизации отбора проектов СЭ СС с целью практической реализации целесообразен переход от многочисленных частных показателей к интегральным, которые должны быть получены на основе совокупности частных. Описана технология разработки алгоритмов обработки информации для получения интегральных оценок (ИО) проектов СЭ СС с учетом технических, экономических и социальных факторов. Информация о них представлена в числовой и вербальной формах. С учетом особенностей подготовки проектов СЭ СС обоснована целесообразность использования двух видов алгоритмов: для получения предварительной и окончательной ИО таких проектов. Алгоритм для получения предварительной ИО проекта СЭ СС предназначен для оценивания эскизных проектов. В нем используется информация, полученная в результате экспертного оценивания проектов. В число оцениваемых параметров входят следующие: предварительно определенное количество абонентов; приблизительные затраты на приобретение, установку и эксплуатацию оборудования; прогнозируемая прибыль от реализации проектов; предварительная маркетинговая оценка проекта; оценка рисков реализации проекта внедрения СЭ СС. По результатам ИО, полученных с использованием этого алгоритма, принимается решение о целесообразности выполнения технико-экономических расчетов, необходимых для подготовки проекта внедрения СЭ СС. Таким образом, алгоритм получения предварительной ИО проекта СЭ СС может служить для исключения дальнейшего рассмотрения малоперспективных проектов. Алгоритм для окончательной оценки проекта СЭ СС использует информацию, полученную в ходе расчетов и анализа социально-экономических особенностей региона (или страны), где предполагается реализация