

Подготовка ИТ-специалистов в условиях глобальной цифровой трансформации. Концепция автоматизированного управления профилями компетенций в образовательных программах будущего

М. А. Белов*, С. И. Гришко, Е. Н. Черемисина, Н. А. Токарева

ГБОУ ВО Московской области «Университет «Дубна», г. Дубна, Российская Федерация
141980, Российская Федерация, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, д. 19
*belov@uni-dubna.ru

Аннотация

В статье проведён анализ влияния глобальной цифровой трансформации на развитие и совершенствование методов и технологий подготовки ИТ-специалистов, сформулированы ключевые аспекты стратегии высокотехнологичного обучения квалифицированных и востребованных ИТ-профессионалов, обладающих сложными знаниями, умениями и навыками на основе интеграции задачно-ориентированного подхода и платформенного мышления в рамках парадигмы проектно-деятельностного образования. В статье предложена концепция автоматического управления профилями компетенций с использованием искусственного интеллекта для непрерывной актуализации учебных курсов и поддержания соответствия образовательных программ потребностям рынка труда, а для выполнения практических заданий предлагается использовать виртуальную компьютерную лабораторию, построенную на принципах самоорганизации для получения первичного практического опыта работы со сложными программно-технологическими решениями. Такой методический и технологический опыт призван не только повысить мотивацию учащихся за счёт свободы технического творчества с применением любого доступного программного обеспечения, но и благодаря отслеживанию паттернов обучения, сканированию интереса к тематике, формированию индивидуальных образовательных траекторий осуществить переход от индивидуальных педагогических теорий к новым формам обучения, которые базируются на статистически подтвержденной результативности для стимулирования более быстрого достижения образовательных целей и ускорения получения отдачи от прилагаемых усилий учащегося.

Ключевые слова: цифровая трансформация, профессиональные компетенции, стратегия подготовки ИТ-специалистов, образование, дистанционное обучение, компетенции, управление компетенциями, пропедевтика, дидактика, управление знаниями, учебный дата-центр, виртуальная компьютерная лаборатория, виртуальная лаборатория, проблемы дистанционного обучения, проблемы образования, совершенствование образования, дистанционное обучение, цифровая трансформация, цифровая экономика, инновации в образовании, облачные вычисления, виртуализация, контейнеризация, технологии подготовки ИТ-специалистов, обучение ИТ-специалистов, повышение квалификации ИТ-специалистов, ИТ-образование, энтропия, кибернетика, образовательные стандарты, большие данные, методы машинного обучения, искусственный интеллект, аналитика больших данных

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Подготовка ИТ-специалистов в условиях глобальной цифровой трансформации. Концепция автоматизированного управления профилями компетенций в образовательных программах будущего / М. А. Белов, С. И. Гришко, Е. Н. Черемисина, Н. А. Токарева. – DOI 10.25559/SITITO.17.202103.658-669 // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2021. – Т. 17, № 3. – С. 658-669.

© Белов М. А., Гришко С. И., Черемисина Е. Н., Токарева Н. А., 2021



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



Training of IT Specialists in the Conditions of Global Digital Transformation. The Concept of Automated Management of Competency Profiles in the Educational Programs of the Future

M. A. Belov*, S. I. Grishko, E. N. Cheremisina, N. A. Tokareva

Dubna State University, Dubna, Russian Federation

19 Universitetskaya St., Dubna 141980, Moscow region, Russian Federation

* belov@uni-dubna.ru

Abstract

The paper analyzes the impact of global digital transformation on the improvement of methods and technologies for training IT professionals, formulates the key aspects of the strategy for high-tech training of qualified and in-demand IT professionals with complex knowledge, skills based on the integration of a task-oriented approach and platform thinking. The article proposes the concept of automatic management of competency profiles using artificial intelligence for continuous development of training courses and maintaining the compliance of educational programs with the needs of the labor market. To carry out practical tasks, it is proposed to use a Virtual Computer Lab, built on the principles of self-organization to obtain primary practical experience in working with complex software solutions. Such methodological and technological experience is designed not only to increase the motivation of students through the freedom of technical creativity using any available software, but also through the tracking of learning patterns, scanning interest in topics, forming individual learning paths, to make the transition from individual pedagogical theories to new forms of training, which are based on statistically proven KPI to stimulate faster achievement of educational goals and accelerate the return on student efforts.

Keywords: digital transformation, professional competence, skills, strategy, IT education, propaedeutics, didactics, knowledge management, educational process improvement, educational data center, Virtual Computer Laboratory, e-learning problems, distance learning, distance education, digital transformation, digital economy, data-driven management, innovations in education, cloud computing, virtualization, containerization, training of IT professionals, advanced training, professional competence, entropy, self-organization, cybernetics, educational standards

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Belov M.A., Grishko S.I., Cheremisina E.N., Tokareva N.A. Training of IT Specialists in the Conditions of Global Digital Transformation. The Concept of Automated Management of Competency Profiles in the Educational Programs of the Future. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie = Modern Information Technologies and IT-Education*. 2021; 17(3):658-669. DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.17.202103.658-669>



Стратегия развития ИТ-образования в условиях глобальной цифровой трансформации

Современное глобальное технологическое развитие смещается в цифровые технологии и телекоммуникационные системы, что постепенно приводит к изменению способов, которыми фиксируются, передаются и создаются знания, а также формируются навыки. Этому также способствует и постиндустриальная экономическая динамика, связанная с интенсификацией конкуренции, быстрой сменой технологий и повышением экономической неопределенности, что формирует спрос на новые типы компетенций, повышение скорости их формирования и обновления, а также новые формы подготовки ИТ-специалистов.

Согласно Глобальной повестке образования будущего¹, предлагаемой Агентством стратегических инициатив и Сколковским институтом науки и технологий, для текущего уровня зрелости большинства ВУЗов может подойти облегченный вариант стратегии подготовки ИТ-специалистов, который реально воплотить в жизнь при текущем уровне ресурсного обеспечения и технического оснащения с дальнейшим непрерывным развитием:

- Подготовка востребованных ИТ-специалистов с учетом развития цифровых технологий и телекоммуникационных систем. Трансформация задачно-ориентированного подхода в платформенное мышление, проектно-деятельностное и мета-компетенционное образование в условиях цифровой трансформации во всех сферах, с учётом новых требований заказчиков, связанных с изменением бизнес-среды и образа жизни (Рис. 1).
- Развитие и повышение роли виртуальной образовательной среды с элементами искусственного интеллекта и средствами дополненной реальности для формирования сложных знаний, умений и навыков в условиях интенсификации конкуренции специалистов, быстрой смены технологий и повышении экономической неопределенности, а также спроса на новые типы компетенций на стыке ИТ с другими предметными областями.
- Совершенствование неразрывной пары «Образование + ИТ-инфраструктура» как нематериального социально- и инвестиционного актива (результаты обучения как венчурная инвестиция, фьючерсы на выпускников, страхование рисков и др.), что позволит обеспечить открытый доступ к необходимым и достаточным ресурсам для формирования пространства равных и конкурентноспособных образовательных возможностей для успешного освоения (в том числе и самостоятельного) всех современных информационных систем и технологий любого уровня сложности для развития интеллектуального и творческого потенциала, свободы в выборе тем исследования (несистемная наука).
- Создание открытой системы профессиональной подготовки, сертификации, практики проектной работы и работы в стартапах для формирования прозрачной модели компетенций выпускников, а также системы мотивации на основании

соревнований, разрядов, медалей.

- Развитие и увеличение проникновения принципов самоорганизации и менторской сети на основе машинного обучения и интернета поведения в ИТ-образовании для увеличения доли сознательных студентов, которые ищут «свой путь», понимают смысл саморазвития, готовы ставить свои собственные цели в этом процессе. Именно эти люди становятся главными потребителями индивидуальных образовательных траекторий в междисциплинарном пространстве, связывающих вместе область учебы, работы и личного саморазвития.
- Совершенствование процессов обучения и воспитания за счёт создания моделей и автоматизированных систем отслеживания и учитывания индивидуальных особенностей и запросов учащихся. Формирование перехода к индивидуализированному обучению и воспитанию, а также изменение трансляции накопленного опыта и знаний. Профессиональная экспертиза становится распределенным и коллективным субъектом – то есть, обучение идёт за счёт коллективной компетенции профессиональных сообществ, объединяющих как признанных отраслевых экспертов, так и выпускников, получивших опыт работы.
- Акцент учебного процесса на упрощение встраивания выпускников в актуальные инфраструктурные сферы современного общества, которые можно обобщить и представить как:
 - «инфраструктура общения» – информационно-коммуникационные технологии, оказывающие воздействие и влияние на все процессы накопления, переработки и трансляции информации;
 - «инфраструктура производства и потребления» – финансово-инвестиционная сфера, которая задает общие правила взаимодействия в экономике, управление на основе данных, роботизация производств, внедрение цифровых двойников;
 - «инфраструктура телесности» – сфера на стыке медицины, массового спорта, психики/психологии и ИТ для создания решений, направленных на повышение продуктивности и расширение возможностей в повседневной жизни.
- Создание стартап-акселераторов на основе выпускных квалификационных работ и несистемных исследований с образовательным уклоном в качестве механизма обновления экономики, а также поиск приемлемых решений для включения ранне-самостоятельных детей/подростков в профессиональную подготовку, реализация моделей взаимного обучения.
- Поддержание высокой репутационной составляющей, направленной на раскрытие глубинных ценностей и само-актуализацию, за счёт современных учебных курсов в облачном образовательном пространстве, исследований в области системного анализа и семантического искусственного интеллекта, развития партнёрских отношений с ведущими производителями программно-технологических решений, обеспечения всех участников передовым оборудованием и инструментальными средствами, поддержание высокого уровня

¹ Лукша П., Песков Д. Будущее образования: глобальная повестка. М.: Сколковский институт науки и технологий, 2016. 212 с. [Электронный ресурс]. URL: https://asi.ru/upload/medialibrary/f6c/Doklad_block_russ.pdf (дата обращения: 12.06.2021).



прозрачности в организации учебного процесса, фиксации достижений и оценках.

- Образовательный процесс, как неразрывная связь настоящего, прошлого и будущего, гармонично сочетающий принципы консерватизма, прагматизма и прогрессивизма.

ИТ-образование как процесс накопления и трансляции коллективной памяти и способ удержания общественных норм и образцов, но в то же время источник обновлений и изменений, где «рынок в будущее», перезагрузка, переоценка смыслов и представлений осуществляются посредством обучения [1].



Р и с. 1. Иновационная модель ИТ-образования в Институте системного анализа и управления Государственного университета «Дубна»
Fig. 1. Innovative model of IT education at the Institute of System Analysis and Management of the State University "Dubna"

Для успешной реализации такой стратегии на практике необходимо наличие Виртуальной компьютерной лаборатории (ВКЛ), представляющей собой набор аппаратных и программных средств виртуализации и контейнеризации, которые обеспечивают гибкое предоставление и использование вычислительных ресурсов в форме облачных Интернет-услуг по требованию с интегрированной системой управления знаниями². Система управления знаниями и принципы самоорганизации, заложенные в основу ВКЛ позволяют сформировать однородную образовательную среду с элементами когнитивного представления внутренних операционных ресурсов на основе визуальных моделей и частичной автоматизации основных технологических операций с применением экспертной системы, что снижает порог вхождения и позволяет значительно быстрее получить заданный результат. По сути, теперь учащимся не нужно решать разрозненные, порой оторванные от реальной практики задачи, т.к. им предоставляется прекрасная возможность самостоятельно развёртывать и изучать современные информационные системы и самые последние достижения информационных технологий на основе актуальных

методологий, теорем и алгоритмов, для создания перспективных программно-технологических решений. Также, одной из основных отличительных черт ВКЛ являются принципы самоорганизации, которые позволяют студентам перейти от жесткой системы групповых политик безопасности компьютерного класса к системе без ограничений пользовательских прав внутри неё, что должно способствовать развитию чувства личной ответственности уважения к коллегам и толерантности, а также призвано обеспечить прочную основу для укрепления и развития основных культурных ценностей в образовательной среде [2-14].

Также немаловажной чертой такой виртуальной лаборатории является отслеживание паттернов обучения, сканирование интереса студентов к тематике, формирование индивидуальных образовательных траекторий на основе обработки больших объемов данных о поведении студентов. При этом появляется возможность сформировать принципиально новый тип событийно-ориентированный педагогики, построенной не на индивидуальных педагогических теориях, а на статистическом подтверждении результативности тех или иных учебных

² Лишилилин М. В., Белов М. А., Аверкин А. Н. Модели управления знаниями в задачах организационного менеджмента. М.: КУРС, 2020. 56 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44645057> (дата обращения: 12.06.2021).



форматов, типов практических заданий, форматов проверки знаний, истории событий и поведения, анализа вовлеченности, внимательности и психологического состояния учащихся, создавая новый тип цифрового менторства, стимулирующий на более быстрое достижение образовательных целей, и ускорение получения отдачи от прилагаемых усилий учащегося и имеющихся в распоряжении ВУЗа ресурсов, вложенных в образовательный процесс с учётом запросов рынка труда, представленных в виде требований к профессиональным компетенциям.

Компетенции, как драйвер непрерывной актуализации учебных курсов

Компетенция (от лат. *competere* – соответствовать, подходить) – это личностная способность выпускника решать определённые классы профессиональных задач, как правило представляемых в виде формально описанных требований к профессиональным и личностным качествам специалиста, а в контексте статьи, ещё и для оценки актуальности, востребованности, а также качества учебных курсов в образовательных программах, с учётом потребностей рынка труда. Чтобы представить, как выглядит типовой профиль компетенций сегодня, в качестве примера рассмотрим профессиональный стандарт, определяющий квалификационный портрет инженера по большим данным.

Из стандарта следует, что основная цель данного вида профессиональной деятельности, выбранной в качестве актуального и наглядного примера, заключается в создании и использовании информационных технологий нового поколения, предназначенных для экономически эффективного извлечения полезной информации из больших объемов разнообразных данных путем высокой скорости их сбора, обработки и анализа для обеспечения информационно-аналитической деятельности, поддержки принятия решений, а также создания инновационных продуктов и услуг в целях повышения эффективности управления и конкурентоспособности организаций³. Очевидно, это направление очень востребовано и многие компании, начиная от банков и заканчивая ритейлом, за последние годы начали усиленно инвестировать средства в большие данные. Как следствие, вырос спрос на инженеров, способных управлять жизненным циклом больших данных, выполняя все необходимые операции для поддержки принятия решений и управления деятельностью компании [15; 16].

Изучая профессиональные стандарты, можно заметить, что специалисты из разных групп занятий, приведённых ниже, с той или иной степенью допущений могут решать задачи, характерные для инженера по большим данным, это:

- системные аналитики;
- программисты приложений;
- математики;
- разработчики программного обеспечения;
- разработчики и аналитики программного обеспечения и приложений, не входящие в другие группы;

- специалисты по базам данных и сетям, не входящие в другие группы.

Однако, для формирования наиболее полного и актуального компетентного (квалификационного) портрета, необходимо проводить анализ требований к вакансиям как на отечественных, так и на зарубежных ресурсах, включая форумы, блоги, профильные статьи и конечно же агрегаторы вакансий (рекрутменты). Очевидно, что чем больше информационных ресурсов исследовано и чем большее число источников проанализировано и обобщено, тем более точный набор востребованных трудовых функций можно получить, а ручная работа в данном случае может оказаться излишне трудоёмкой и кропотливой, что фактически становится узким местом в условиях отсутствия достаточного времени у преподавателя. Временной ресурс сегодня критически важен, особенно в условиях повышения эффективности труда профессорско-преподавательского состава, когда ведущие специалисты помимо академической работы разрабатывают электронные курсы, оформляют необходимую учебно-методическую и прочую документацию, занимаются наукой, выполняют хозрасчётные договора, проводят воспитательную работу учащихся и активно содействуют успешному трудоустройству выпускников.

Итак, в качестве примера, рассмотрим сформированный компетентный (квалификационный) портрет инженера по большим данным.

- *Трудовые функции:*
 - Подготовка данных для проведения аналитических работ;
 - Разработка и согласование технического задания на создание методической и технологической инфраструктуры больших данных;
 - Разработка, согласование и управление реализацией рабочего проекта методической и технологической инфраструктуры больших данных;
 - Управление получением, хранением, передачей, обработкой больших данных;
 - Управление качеством данных;
 - Управление защитой и обеспечением конфиденциальности данных;
 - Проведение испытаний и разработка рекомендаций по внедрению и использованию усовершенствованных или разработанных новых методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств для работы с большими данными.
- *Трудовые действия:*
 - Получение и фильтрация больших объемов данных из гетерогенных источников;
 - Извлечение, проверка и очистка больших объемов данных из гетерогенных источников;
 - Агрегация и разработка представления больших объемов данных из гетерогенных источников.
 - Необходимые умения:

³ Профессиональный стандарт «Специалист по большим данным»: утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 06.07.2020 № 405н [Электронный ресурс]. URL: <https://minjust.consultant.ru/documents/23173?items=1&page=2> (дата обращения: 12.06.2021).



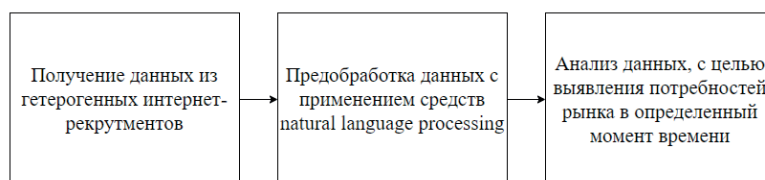
- Определять требования к поставщикам данных из гетерогенных источников.
- Использовать инструментальные средства для извлечения, преобразования, хранения и обработки данных из разнородных источников, в том числе в режиме реального времени.
- **Необходимые знания:**
 - Типы больших данных: метаданные, полуструктурированные, структурированные, неструктурированные данные;
 - Методы обеспечения и оценки качества информации;
 - Методы извлечения информации и знаний из гетерогенных, мульти-структурированных, неструктурированных источников, в том числе при потоковой обработке;
 - Облачные технологии, облачные сервисы;
 - Методы оценки временных и стоимостных характеристик технологий больших данных;
 - Итак, теперь мы готовы предложить подход к непрерывному формированию компетенций и модель программно-технологической реализации.

Система автоматизированного формирования компетенций с применением техник обработки естественного языка (NLP)

Процесс непрерывного формирования компетенций призван поддерживать образовательные программы в актуальном состоянии с учётом потребностей рынка труда и может быть реализован в виде информационной системы или интернет, с применением средств Natural Processing Language (NLP).

Систему автоматического формирования компетенций можно условно разделить на три логических модуля (см. Рисунок 2):

- Модуль получения данных о вакансиях из гетерогенных интернет-рекрутментов;
 - Модуль предобработки данных с применением техник NLP (трансфер обучения, рекуррентные нейронные сети (RNN), токенизация, извлечение именованных сущностей, BERT и GPT модели, и др.);
 - Модуль интеллектуальной аналитики (*Data Mining*) и формирования отчётов (*Business Intelligence*), для выявления потребностей рынка в определенный момент времени.
- Для лучшего понимания модели процесса рассмотрим пример поиска основных компетенций для трудовой функции «получение и фильтрация больших объемов данных из гетерогенных источников».



Р и с. 2. Ключевые компоненты системы автоматического формирования компетенций
F i g. 2. Key components of the system of automatic formation of competencies

Р и с. 3. Список вакансий по трудовой компетенции
F i g. 3. List of vacancies of labor competence



- На сайте интернет-рекрутмента осуществляется поиск вакансии с помощью регулярных выражений (*Regular Expressions*), выявляются фрагменты (операция *match*), содержащие название трудовой функции (см. Рисунки 3, 4).

- Проводится анализ описания вакансии с целью выбора всех технологий, которые должен знать потенциальный соискатель. Для этого мы рекомендуем построить онтологическую модель на основе информации из глобального форума *Stack Exchange* (см. Рисунок 4).

- Формируется список технологий и частота встречаемости технологии в вакансиях в табличном виде.

- На основании полученного списка технологий формируется отчёт, содержащий ссылки на перечень уже разработанных курсов с тематическими указателями со специализированных площадок, таких как Coursera, PluralSight, Udemy, Skillbox, GeekBrains, SkillFactory, Contented, Hexlet, Нетология, Академия IT, Luxoft Training и др. с целью их дальнейшего включения в учебный процесс или дальнейшей актуализации собственных курсов в среде Moodle.

Получение и предобработку информации о трудовых функциях из форумов, блогов, профильных статей и агрегаторов вакансий (интернет-рекрутментов) рекомендуется проводить непрерывно, чтобы не пропустить появления новых вакансий, в случае наличия клиентского API, доступ к данным можно получить на более высоком уровне, без необходимости создания шаблонов регулярных выражений. Текстовые описания вакансий, накопленных за определённый период времени, размещаются в специализированном хранилище данных. В зависимости от объёмов данных хранилище может быть, как локаль-

ным, так и кластерным. В качестве хранилища сырых данных мы рекомендуем использовать распределённую файловую систему HDFS, входящую в экосистему Apache Hadoop, а обращение данным можно выполнять посредством Hive, Impala или Spark. В качестве альтернативы можно использовать кластер Elastic Search на технологии высокопроизводительного релевантного полнотекстового поиска Apache Lucene, что позволит отказаться от структурирования и форматирования описания вакансий, трудовых функций, компетенций и названий технологий, при этом появляется возможность получать необходимую информацию для дальнейшего анализа посредством стандартных текстовых поисковых запросов, передаваемых посредством HTTP REST.

Для получения структурированных наборов трудовых функций, компетенций, названий технологий, а также дополнительных подуровней, таких как знания, умения и владения, используются базовые процедуры предобработки текста, которые также способствуют сокращению хранимых объёмов данных и могут оказывать благоприятное влияние на уменьшение времени, требуемого на построение отчётов и витрин данных.

Основными процедурами предобработки данных являются:

- *токенизация по словам*, которая позволяет разбить текст на отдельные слова или словосочетания для последующей обработки данных и кластеризации;
- *очистка от «стоп-слов»* для сокращения занимаемого объёма в хранилище данных, можно воспользоваться готовым словарем «стоп-слов», представленным в библиотеке *nlTK*;

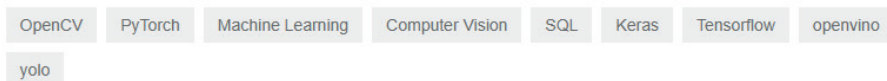
Если конкретнее, то:

- анализировать **большие объёмы данных**, оценивать качество датасетов, искать и исправлять аномалии;
- поддерживать и улучшать уже разработанные сервисы и модели;
- разрабатывать математические модели для решения практических задач по компьютерному зрению;
- разрабатывать, внедрять и поддерживать модели машинного обучения;
- документировать разработанные алгоритмы.

Р и с. 4. Фрагмент описания вакансии

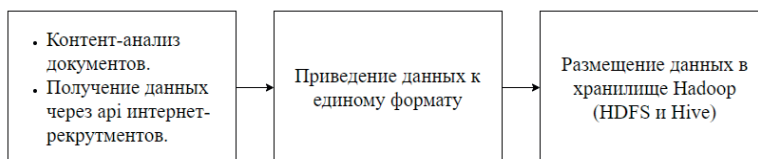
Fig. 4. Fragment of vacancy description

Ключевые навыки



Р и с. 5. Выделенные ключевые слова для формирования отчёта по навыкам и компетенциям

Fig. 5. Highlighted keywords for generating a report on skills and competencies



Р и с. 6. Схема процесса получения данных из гетерогенных интернет-рекрутментов

Fig. 6. Scheme of the process of obtaining data from heterogeneous Internet-recruitments



- *стемминг* текста отсекает конец или начало слова, принимая во внимание список общих префиксов и суффиксов, которые могут быть найдены в слове. Отсечения части слова может оказаться вполне достаточно, но чаще всего для построения отчетов требуется точная форма слова, поэтому может потребоваться лемматизация.

- *лемматизация* текста учитывает морфологический анализ слов. Для этого применяются подробные словари, которые могут использоваться алгоритмами, чтобы связать форму обратно со своей леммой.

В результате формируется список слов, обозначающих названия технологий, компетенций или трудовых функций, а также частота встречаемости в виде bag of words в формате таблицы, которого, на сегодняшний день, будет вполне достаточно для отслеживания тенденций развития рынка труда. Также можно проанализировать эмоциональную окраску ключевых слов в высказываниях на форумах с применением рекуррентных нейронных сетей (RNN), что позволит дополнить представление преподавателя о предметной области, чтобы правильно расставить акценты в учебном курсе.

Ключевые навыки\ технологии	Количество
python	170
sql	157
spark	63
hadoop	57
linux	44
java	43
etl	38
scala	34
английский язык	31
kafka	29
big data	28
git	26
data mining	25
postgresql	23
ms sql	23

Р и с. 7. Ключевые навыки и технологии для трудовой функции «получение и фильтрация больших объемов данных»

F i g. 7. Key skills and technologies for the labor function "obtaining and filtering large amounts of data"

Очевидно, что применение и постепенная эволюция техник обработки естественного языка для формирования компетенций, способствует переходу к полностью автоматическому формированию программ учебных курсов и поэтапному внедрению искусственного интеллекта в управление образовательным процессом. Дальнейший переход к дистанционной форме обучения, позволит подгружать и активно использовать уже имеющийся учебный контент, тем самым обеспечивая формирование новых традиций межвузовского, междисциплинарного и сквозного взаимодействия с коммерческими компаниями, а также позволит существенно уменьшить методическую нагрузку на преподавателя-эксперта, т.к. ему не придется формировать весь курс целиком с нуля, а лишь добавлять новые разделы или редактировать существующие, по мере появления новых компетенций и развития технологий.

Ключевым преимуществом такого подхода будет непрерывность и растянутость по времени, а также постоянная связь с рынком труда, что позволит эксперту лучше выполнять переосмысление и систематизацию учебного материала и пополнять коллекции прикладных предметных задач. Это особенно важно в свете новейших стратегий развития ИТ-образования, которые подразумевают успешное и продуктивное решение всего спектра возникающих образовательных, исследовательских, прикладных и проектных задач для обеспечения беспрецедентно высоких показателей трудоустройства выпускников в ведущие компании, а также встраивания новых информационных технологий в учебные курсы, тем самым способствуя стимулированию развития кадрового потенциала с дальнейшей сертификацией у ведущих производителей программного обеспечения для валидации знаний, умений и навыков [17-25].

Заключение

Коллектив Института системного анализа и управления (ИСАУ) Государственного университета «Дубна» смог усовершенствовать основные процессы ИТ-образования для успешного и гармоничного встраивания в современную доктрину устойчивого развития и перехода к цифровой экономике, что позволяет быстро и качественно закрывать все возникающие потребности в новых компетенциях специалистов по цифровой трансформации, наиболее важными и нетривиальными из которых являются: коммуникация и кооперация в цифровой среде (использование онлайн средств для цифровой коллаборации), саморазвитие в условиях неопределённости (способность человека к самоорганизации, формирование способности находить приемлемые решения и средства для саморазвития), креативное мышление (умение перестраивать сложившиеся способы решения задач, переход от предметных задач на методологический уровень, выдвигать альтернативные варианты действий на основе знания современных архитектур, методик, отраслевых практик и т.п.), управление информацией и большими данными, умение быстро обрабатывать и анализировать большие данные с применением методов машинного обучения – и это далеко не полный перечень, который непрерывно актуализируется, расширяется и дополняется. Движение в кильватере актуальных компетенций и технологий позволяет своевременно и превентивно совершенствовать образовательную и исследовательскую инфраструктуру, повышать привлекательность ИСАУ как для абитуриентов, так и для компаний-партнёров.

Список использованных источников

- [1] Окладникова, Е. А. Образование к 2030 и 2035 гг.: форсайт-технологии и телеология рисков и благоприобретенных / Е. А. Окладникова. – DOI 10.18413/2408-932X-2021-7-3-0-12 // Научный результат. Социальные и гуманитарные исследования. – 2021. – Т. 7, № 3. – С. 125-149. – Рез. англ.
- [2] Стратегия подготовки ИТ-специалистов с применением инновационного учебного дата-центра «Виртуальная компьютерная лаборатория» для эффективного решения задач цифровой трансформации и акселера-



- ции цифровой экономики / М. А. Белов, С. И. Гришко, М. В. Лишили, П. А. Осипов, Е. Н. Черемисина. – DOI 10.25559/SITITO.17.202101.703 // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. – 2021. – Т. 17, № 1. – С. 134-144. – Рез. англ.
- [3] Model for Creating an Adaptive Individual Learning Path for Training Digital Transformation Professionals and Big Data Engineers Using Virtual Computer Lab / S. Grishko, M. Belov, E. Cheremisina, P. Sychev. – DOI 10.1007/978-3-030-87034-8_36 // *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. CIT&DS 2021. Communications in Computer and Information Science*; ed. by A. G. Kravets, M. Shcherbakov, D. Parygin, P. P. Groumpos. – Vol. 1448. – Springer, Cham, 2021. – Pp. 496-507.
- [4] Черемисина, Е. Н. Анализ ключевых активностей жизненного цикла управления знаниями в вузе и формирование концептуальной модели архитектуры системы управления знаниями / Е. Н. Черемисина, М. А. Белов, М. В. Лишили // *Открытое образование*. – 2013. – № 3(98). – С. 34-41. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19117965> (дата обращения: 12.06.2021). – Рез. англ.
- [5] Сидоров, Д. С. Проектирование аппаратно-программных комплексов в учебном процессе с применением виртуальной компьютерной лаборатории / Д. С. Сидоров, М. А. Белов. – DOI 10.37005/2071-9612-2020-2-70-82 // *Системный анализ в науке и образовании*. – 2020. – № 2. – С. 70-82. – Рез. англ.
- [6] Belov, M. A. Methodical aspects of training data scientists using the data GRID in a Virtual Computer Lab environment / M. A. Belov [и др.] // *CEUR Workshop Proceedings*. – 2019. – Vol. 2507. – Pp. 236-240. – URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2507/236-240-paper-41.pdf> (дата обращения: 12.06.2021).
- [7] Architecture of a Compact Data GRID Cluster for Teaching Modern Methods of Data Mining in the Virtual Computer Lab / M. A. Belov, V. V. Korenkov, N. A. Tokareva, E. N. Cheremisina. – DOI 10.1051/epjconf/202022603004 // *EPJ Web of Conferences*. – 2020. – Vol. 226. – Article number: 03004.
- [8] Система управления виртуальной инфраструктурой на основе визуальных моделей в среде виртуальной компьютерной лаборатории / М. А. Белов, П. Е. Лупанов, А. С. Минзов, Н. А. Токарева // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. – 2019. – № 6-2. – С. 41-46. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=40873261> (дата обращения: 12.06.2021). – Рез. англ.
- [9] Essential aspects of it training technology for processing, storage and data mining using the Virtual Computer Lab / M. A. Belov, Y. A. Krukov, M. A. Mikheev, P. E. Lupanov, N. A. Tokareva, E. N. Cheremisina // *CEUR Workshop Proceedings*. – 2018. – Vol. 2267. – Pp. 207-212. – URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2267/207-212-paper-38.pdf> (дата обращения: 12.06.2021).
- [10] Концепция когнитивного взаимодействия с виртуальной компьютерной лабораторией на основе визуальных моделей и экспертной системы / М. А. Белов, Ю. А. Крюков, П. Е. Лупанов, М. А. Михеев, Е. Н. Черемисина // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. – 2018. – № 10. – С. 27-35. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36403665> (дата обращения: 12.06.2021). – Рез. англ.
- [11] Концепция усовершенствованной архитектуры виртуальной компьютерной лаборатории для эффективного обучения специалистов по распределённым информационным системам различного назначения и инструментальным средствам проектирования / М. А. Белов, П. Е. Лупанов, Н. А. Токарева, Е. Н. Черемисина. – DOI 10.25559/SITITO.2017.1.492 // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. – 2017. – Т. 13, № 1. – С. 182-189. – Рез. англ.
- [12] Belov, M. Distance learning through distributed information systems using a Virtual Computer Lab and knowledge management system / M. Belov, E. Cheremisina, S. Potemkina. – DOI 10.20544/ERSICT.02.16.P04 // *Journal of Emerging Research and Solutions in ICT*. – 2016. – Vol. 1, No. 2. – Pp. 39-46.
- [13] Концептуальная модель системы управления знаниями для формирования профессиональных компетенций в области ИТ в среде виртуальной компьютерной лаборатории / М. В. Лишили, М. А. Белов, Н. А. Токарева, А. В. Сорокин // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 11-5. – С. 886-890. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25097628> (дата обращения: 12.06.2021). – Рез. англ.
- [14] От виртуальной компьютерной лаборатории к управлению знаниями. Итоги и перспективы / М. А. Белов, М. В. Лишили, Н. А. Токарева, О. Е. Антипов // *Качество. Инновации. Образование*. – 2014. – № 9(112). – С. 3-14. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23089246> (дата обращения: 12.06.2021). – Рез. англ.
- [15] Казаков, В. Г. Системы управления знаниями и многоагентные системы / В. Г. Казаков, Г. С. Кошечев, Л. К. Бобров. – DOI 10.17586/2587-8557-2017-1-34-43 // *Информационное общество: образование, наука, культура и технологии будущего*. – 2017. – № 1. – С. 34-43. – Рез. англ.
- [16] Шарипова, О. М. Профессиональные стандарты, цифровизация, модель компетенций: взаимосвязь для достижения стратегических задач / О. М. Шарипова // *Экономика и общество*. – 2020. – № S1(15). – С. 56-66. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42809992> (дата обращения: 12.06.2021). – Рез. англ.
- [17] Сухомлин, В. А. Методологические аспекты концепции цифровых навыков / В. А. Сухомлин, Е. В. Зубарева, А. В. Якушин. – DOI 10.25559/SITITO.2017.2.253 // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. – 2017. – Т. 13, № 2. – С. 146-152. – Рез. англ.
- [18] Balashov, N. Creating a Unified Educational Environment for Training IT Specialists of Organizations of the JINR Member States in the Field of Cloud Technologies / N. Balashov [и др.]. – DOI 10.1007/978-3-030-46895-8_12 // *Modern Information Technology and IT Education. SITITO 2018. Communications in Computer and Information Science*; ed.



- by V. Sukhomlin, E. Zubareva. – Vol. 1201. – Springer, Cham, 2020. – Pp. 149-162.
- [19] Sukhomlin, V. Analytical Review of the Current Curriculum Standards in Information Technologies / V. Sukhomlin, E. Zubareva. – DOI 10.1007/978-3-030-46895-8_1 // Modern Information Technology and IT Education. SITITO 2018. Communications in Computer and Information Science; ed. by V. Sukhomlin, E. Zubareva. – Vol. 1201. – Springer, Cham, 2020. – Pp. 3-41.
- [20] Sukhomlin, V. Multiplatform System of Digital Talents Development "Academy of OIT" / V. Sukhomlin, E. Zubareva, D. Namiot. – DOI 10.1007/978-3-030-78273-3_1 // Modern Information Technology and IT Education. SITITO 2017. Communications in Computer and Information Science; ed. by V. Sukhomlin, E. Zubareva. – Vol. 1201. – Springer, Cham, 2021. – Pp. 3-13.
- [21] Chen, D. Q. From Innovative I.S. Strategy to Customer Value: The Roles of Innovative Business Orientation, CIO Leadership and Organizational Climate / D. Q. Chen, D. S. Preston, M. Tarafdar. – DOI 10.1145/2795618.2795620 // SIGMIS Database. – 2015. – Vol. 46, issue 2. – Pp. 8-29.
- [22] Innovation and active learning for training mobile app developers / F. V. Binder, R. Albuquerque, Sh. Reinehr, A. Malucelli. – DOI 10.1145/3377814.3381713 // Proceedings of the ACM/IEEE 42nd International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training (ICSE-SEET'20). – Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2020. – Pp. 151-161.
- [23] Hawthorne, M. J. Software Engineering Education in the Era of Outsourcing, Distributed Development, and Open Source Software: Challenges and Opportunities / M. J. Hawthorne, D. E. Perry. – DOI 10.1007/11949374_11 // Software Engineering Education in the Modern Age. ICSE 2005. Lecture Notes in Computer Science; ed. by P. Inverardi, M. Jazayeri. – Vol. 4309. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2006. – Pp. 166-185.
- [24] Kinnunen, P. Problems in Problem-Based Learning-Experiences, Analysis and Lessons Learned on an Introductory Programming Course / P. Kinnunen, L. Malmi. – DOI 10.15388/infedu.2005.11 // Informatics in Education. – 2005. – Vol. 4, issue 2. – Pp. 193-214.
- [25] The Science of Training and Development in Organizations: What Matters in Practice / E. Salas, S. I. Tannenbaum, K. Kraiger, K. A. Smith-Jentsch. – DOI 10.1177/1529100612436661 // Psychological Science in the Public Interest. – 2012. – Vol. 13, issue 2. – Pp. 74-101.

Поступила 12.06.2021; одобрена после рецензирования
25.07.2021; принята к публикации 14.08.2021.

Об авторах:

Белов Михаил Александрович, доцент кафедры системного анализа и управления, Институт системного анализа и управления, ГБОУ ВО Московской области «Университет «Дубна» (141980, Российская Федерация, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, д. 19), кандидат технических наук, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0678-3344>**, belov@uni-dubna.ru

Гришко Станислав Иванович, аспирант, преподаватель кафедры системного анализа и управления, Институт системного анализа и управления, ГБОУ ВО Московской области «Университет «Дубна» (141980, Российская Федерация, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, д. 19), **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0185-1400>**, grishko@uni-dubna.ru

Черемисина Евгения Наумовна, директор Института системного анализа и управления, ГБОУ ВО Московской области «Университет «Дубна» (141980, Российская Федерация, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, д. 19), доктор технических наук, профессор, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6041-8359>**, chere@uni-dubna.ru

Токарева Надежда Александровна, заведующий кафедрой информационных технологий, Институт системного анализа и управления, ГБОУ ВО Московской области «Университет «Дубна» (141980, Российская Федерация, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, д. 19), кандидат физико-математических наук, доцент, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0798-2276>**, tokareva@uni-dubna.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

- [1] Okladnikova E.A. Education by 2030 and 2035: Foresight Technologies and Teleology of Risks and Benefits. *Research Result. Social Studies and Humanities*. 2021; 7(3):125-149. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.18413/2408-932X-2021-7-3-0-12>
- [2] Belov M.A., Grishko S.I., Lishilin M.V., Osipov P.A., Cheremisina E.N. Strategy for Training IT Professionals Using the Innovative Training Data Center "Virtual Computer Lab" to Effectively Solve the Problems of Digital Transformation and Acceleration of the Digital Economy. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2021; 17(1):134-144. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.17.202101.703>
- [3] Grishko S., Belov M., Cheremisina E., Sychev P. Model for Creating an Adaptive Individual Learning Path for Training Digital Transformation Professionals and Big Data Engineers Using Virtual Computer Lab. In: Ed. by A. G. Kravets, M. Shcherbakov, D. Parygin, P. P. Groumpos. *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. CIT&DS 2021. Communications in Computer and Information Science*. 2021; 1448:496-507. Springer, Cham. (In Eng.) DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-87034-8_36
- [4] Cheremisina E.N., Belov M.A., Lishilin M.V. *Analiz klyuchevykh aktivnostey zhiznennogo tsikla upravleniya znaniyami v vuze i formirovaniye kontseptual'noy modeli arhitektury sistemy upravleniya znaniyami* [Analysis of the key activities of the life cycle of knowledge management in the university and development of the conceptual architecture of the knowledge management system]. *Otkrytoe obrazovanie* = Open Education. 2013; (3):34-41. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19117965> (accessed 12.06.2021). (In Russ., abstract in Eng.)



- [5] Sidorov D., Belov M. Design of hardware-software systems in the educational process with the use of Virtual Computer Lab. *Sistemnyj analiz v nauke i obrazovanii* = System Analysis in Science and Education. 2020; (2):70-82. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.37005/2071-9612-2020-2-70-82>
- [6] Belov M.A., Korenkov V.V., Potemkina S.V., Lishilin M.V., Cheremisina E.N., Tokareva N.A., Kryukov Yu.A. Methodical aspects of training data scientists using the data GRID in a Virtual Computer Lab environment. *CEUR Workshop Proceedings*. 2019; 2507:236-240. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-2507/236-240-paper-41.pdf> (accessed 12.06.2021). (In Eng.)
- [7] Belov M.A., Korenkov V.V., Tokareva N.A., Cheremisina E.N. Architecture of a Compact Data GRID Cluster for Teaching Modern Methods of Data Mining in the Virtual Computer Lab. *EPJ Web of Conferences*. 2020; 226:03004. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1051/epjconf/202022603004>
- [8] Belov M.A., Lupanov P.E., Minzov A.S., Tokareva N.A. *Sistema upravleniya virtual'noj infrastrukturoj na osnove vizual'nyh modelej v srede virtual'noj komp'yuternoy laboratorii* [Virtual infrastructure management based on visual models in the Virtual Computer Lab environment]. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvennyye i tekhnicheskie nauki* = Modern Science: actual problems of theory and practice. Series "Natural & Technical Sciences". 2019; (6-2):41-46. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=40873261> (accessed 12.06.2021). (In Russ., abstract in Eng.)
- [9] Belov M.A., Krukov Y.A., Mikheev M.A., Lupanov P.E., Tokareva N.A., Cheremisina E.N. Essential aspects of it training technology for processing, storage and data mining using the Virtual Computer Lab. *CEUR Workshop Proceedings*. 2018; 2267:207-212. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-2267/207-212-pa-per-38.pdf> (accessed 12.06.2021). (In Eng.)
- [10] Belov M.A., Kryukov Yu.A., Lupanov P.E., Mikheev M.A., Cheremisina E.N. *Koncepciya kognitivnogo vzaimodeystviya s virtual'noy komp'yuternoy laboratoriej na osnove vizual'nyh modelej i ehkspertnoy sistemy* [The concept of cognitive interaction with a Virtual Computer Laboratory based on visual models and expert systems]. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvennyye i tekhnicheskie nauki* = Modern Science: actual problems of theory and practice. Series "Natural & Technical Sciences". 2018; (10):27-35. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36403665> (accessed 12.06.2021). (In Russ., abstract in Eng.)
- [11] Belov M.A., Lupanov P.E., Tokareva N.A., Cheremisina E.N. *Kontseptsiya usovershenstvovannoy arhitektury virtual'noy komp'yuternoy laboratorii dlya effektivnogo obucheniya spetsialistov po raspredelennym informatsionnym sistemam razlichnogo naznacheniya i instrumental'nyim sredstvami proektirovaniya* [Concept of the improved architecture of Virtual Computer Laboratory for effective training of specialists skilled in distributed information systems and design tools]. *Sovremennyye informacionnyye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2017; 13(1):182-189. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.2017.1.492>
- [12] Belov M., Cheremisina E., Potemkina S. Distance learning through distributed information systems using a Virtual Computer Lab and knowledge management system. *Journal of Emerging Research and Solutions in ICT*. 2016; 1(2):39-46. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.20544/ERSICT.02.16.P04>
- [13] Lishilin M.V., Belov M.A., Tokareva N.A., Sorokin A.V. *Kontseptual'naya model' sistemy upravleniya znaniyami dlya formirovaniya professional'nyh kompetentsiy v oblasti it v srede virtual'noy komp'yuternoy laboratorii* [Conceptual model of knowledge management system for forming professional competence in the field of IT in a Virtual Computer Lab]. *Fundamental'nye issledovaniya* = Fundamental research. 2015; (11-5):886-890. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25097628> (accessed 12.06.2021). (In Russ., abstract in Eng.)
- [14] Belov M.A., Lishilin M.V., Tokareva N.A., Antipov O.E. *Ot virtual'noy komp'yuternoy laboratorii k upravleniyu znaniyami. Itogi i perspektivy* [From the Virtual Computer Lab to knowledge management. Results and Prospects]. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie* = Quality. Innovation. Education. 2014; (9):3-14. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23089246> (accessed 12.06.2021). (In Russ., abstract in Eng.)
- [15] Kazakov V.G., Kosheev G.S., Bobrov L.K. Knowledge management systems and multi-agent systems. *Information Society: Education, Science, Culture and Technology of Future*. 2017; (1):34-43. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.17586/2587-8557-2017-1-34-43>
- [16] Sharipova O.M. *Professional'nye standarty, cifrovizatsiya, model' kompetencij: vzaimosvjaz' dlja dostizheniya strategicheskikh zadach* [Professional standards, digitalization, com-petency model: correlation for achievement of strategic goals]. *Jekonomika i obshchestvo* = Economy and Society. 2020; (S1):56-66. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42809992> (accessed 12.06.2021). (In Russ., abstract in Eng.)
- [17] Sukhomlin V.A., Zubareva E.V., Yakushin A.V. Methodological Aspects of the Digital Skills Concept. *Sovremennyye informacionnyye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2017; 13(2):146-152. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.2017.2.253>
- [18] Balashov N., et al. Creating a Unified Educational Environment for Training IT Specialists of Organizations of the JINR Member States in the Field of Cloud Technologies. In: V. Sukhomlin, E. Zubareva (Eds.) *Modern Information Technology and IT Education. SITITO 2018. Communications in Computer and Information Science*. 2020; 1201:149-162. Springer, Cham. (In Eng.) DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-46895-8_12
- [19] Sukhomlin V., Zubareva E. Analytical Review of the Current Curriculum Standards in Information Technologies. In: V. Sukhomlin, E. Zubareva (Eds.) *Modern Information Technology and IT Education. SITITO 2018. Communications in Computer and Information Science*. 2020; 1201:3-41. Springer,



- Cham. (In Eng.) DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-46895-8_1
- [20] Sukhomlin V., Zubareva E., Namiot D. Multiplatform System of Digital Talents Development "Academy of OIT". In: V. Sukhomlin, E. Zubareva (Eds.) *Modern Information Technology and IT Education. SITITO 2017. Communications in Computer and Information Science*. 2021; 1204:3-13. Springer, Cham. (In Eng.) DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-78273-3_1
- [21] Chen D.Q., Preston D.S., Tarafdar M. From Innovative I.S. Strategy to Customer Value: The Roles of Innovative Business Orientation, CIO Leadership and Organizational Climate. *SIGMIS Database*. 2015; 46(2):8-29. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1145/2795618.2795620>
- [22] Binder F.V., Albuquerque R., Reinehr Sh., Malucelli A. Innovation and active learning for training mobile app developers. *Proceedings of the ACM/IEEE 42nd International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training (ICSE-SEET'20)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA; 2020. p. 151-161. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1145/3377814.3381713>
- [23] Hawthorne M.J., Perry D.E. Software Engineering Education in the Era of Outsourcing, Distributed Development, and Open Source Software: Challenges and Opportunities. In: P. Inverardi, M. Jazayeri (Eds.) *Software Engineering Education in the Modern Age. ICSE 2005. Lecture Notes in Computer Science*. 2006; 4309:166-185. Springer, Berlin, Heidelberg. (In Eng.) DOI: https://doi.org/10.1007/11949374_11
- [24] Kinnunen P., Malmi L. Problems in Problem-Based Learning-Experiences, Analysis and Lessons Learned on an Introductory Programming Course. *Informatics in Education*. 2005; 4(2):193-214. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.15388/infedu.2005.11>
- [25] Salas E., Tannenbaum S.I., Kraiger K., Smith-Jentsch K.A. The Science of Training and Development in Organizations: What Matters in Practice. *Psychological Science in the Public Interest*. 2012; 13(2):74-101. (In Eng.) DOI: <https://doi.org/10.1177/1529100612436661>

(Tech.), Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6041-8359>, chere@uni-dubna.ru

Nadezhda A. Tokareva, Head of the Department of Information Technology, Institute of System Analysis and Management, Dubna State University (19 Universitetskaya St., Dubna 141980, Moscow region, Russian Federation), Ph.D. (Phys.-Math.), Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0798-2276>, tokareva@uni-dubna.ru

All authors have read and approved the final manuscript.

*Submitted 12.06.2021; approved after reviewing 25.07.2021;
accepted for publication 14.08.2021.*

About the authors:

Mikhail A. Belov, Associate Professor of the Department of System Analysis and Management, Institute of System Analysis and Management, Dubna State University (19 Universitetskaya St., Dubna 141980, Moscow region, Russian Federation), Ph.D. (Engineering), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0678-3344>, belov@uni-dubna.ru

Stanislav I. Grishko, Postgraduate student, Master teacher of the Department of System Analysis and Management, Institute of System Analysis and Management, Dubna State University (19 Universitetskaya St., Dubna 141980, Moscow region, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0185-1400>, grishko@uni-dubna.ru

Evgeniya N. Cheremisina, Head of the Institute of System Analysis and Management, Dubna State University (19 Universitetskaya St., Dubna 141980, Moscow region, Russian Federation), Dr. Sci.

