



Л. Д. ГИТЕЛЬМАН
Доктор экон. наук, профессор, заведующий кафедрой систем управления энергетикой и промышленными предприятиями ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина». Область научных интересов: упреждающее управление, организационные преобразования, устойчивая энергетика, управленческое образование.

E-mail: ldgitelman@gmail.com



А. В. ГАМБУРГ
Кандидат экон. наук, доцент кафедры систем управления энергетикой и промышленными предприятиями ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина». Область научных интересов: стратегический менеджмент, управление телекоммуникационным бизнесом, управление интеллектуальным капиталом.

E-mail: gamburg@usp.ru

ГЛОБАЛЬНЫЙ РЫНОК ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ В ИТ-СФЕРЕ: ПРИОРИТЕТЫ ДЛЯ РОССИЙСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены ключевые тренды в образовании для отраслей ИТ и радиоэлектроники, проведен сравнительный анализ подходов к организации научно-образовательной деятельности в 30 зарубежных и отечественных университетах, лидирующих в предметных рейтингах QS Computer Science & Information Systems and Engineering – Electrical&Electronic. Характеристиками трендов являются:

- тесная и постоянно усиливающаяся интеграция образовательной и научной сфер деятельности, что выражается в появлении междисциплинарных образовательных программ, привязке учебного процесса к исследованиям в прорывных областях знаний и формированию специфических университетских экосистем, нацеленных на лидерство в конкретных технологиях;
- разнообразие форм организации учебного процесса, ориентация на модульность, индивидуальность и непрерывность, которые активно используются в продвижении образовательных услуг;
- общее отставание российских университетов от ИТ-практики и ожиданий реального сектора.

Методика исследования предусматривала анализ содержания и моделей реализации образовательных продуктов, экспертных мнений в части требований к образованию ИТ-специалистов. В результате определены разрывы между актуальными отраслевыми трендами, текущей ситуацией в образовании и запросами реального сектора. На примере ряда магистерских программ, разработанных в Институте радиоэлектроники и информационных технологий Уральского федерального университета, продемонстрирован механизм интеграции науки, образования и консалтинга с целью развития востребованные междисциплинарные образовательные продукты. Результаты исследования могут быть использованы отечественными и зарубежными университетами, работающими в ИТ-сегментах, для повышения конкурентоспособности и реализации стратегических научно-образовательных инициатив.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОСТЬ,
ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ,
РАДИОЭЛЕКТРОНИКА,
УНИВЕРСИТЕТ,
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОДУКТ,
МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА,
УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС,
ЭКОСИСТЕМА.



М. В. КОЖЕВНИКОВ
Кандидат экон. наук, доцент кафедры систем управления энергетикой и промышленными предприятиями ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина». Область научных интересов: наукоемкий сервис, инновационное развитие промышленности, управленческое образование.

E-mail:
m.v.kozhevnikov@urfu.ru



С. Н. ШАБУНИН
Доктор техн. наук, профессор, директор Института радиоэлектроники и информационных технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина». Область научных интересов: техническая электродинамика, телекоммуникационные системы, радиолокация.

E-mail: s.n.shabunin@urfu.ru



Я. С. АЙМАШЕВА
Заместитель директора департамента международных образовательных программ ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина». Область научных интересов: управление международным бизнесом, модели организации образовательного процесса, кросс-культурные коммуникации.

E-mail:
yana.aymasheva@gmail.com



Е. М. СТАРИКОВ
Магистрант ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина». Область научных интересов: технологическое предпринимательство, возобновляемая энергетика, цифровые технологии.

E-mail:
themailismine@gmail.com

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы все технологические прорывы так или иначе связаны с информационными технологиями и происходят, как правило, на стыке ИТ, инженерии, социальных и естественных наук. Этот тренд стремительно захватывает все инфраструктурные отрасли: энергетику, медицину, транспорт, машиностроение, аэрокосмическую промышленность и т.д. Всеобщая интеллектуализация, машинное обучение, нейронные сети, дополненная реальность, аддитивные и другие прорывные информационные технологии быстро проникают даже в консервативные отрасли экономики, кардинально меняя производственный ландшафт, бизнес-модели и экономику предприятий [Агамирзян И., 2015; Сухов А. В., Стреха А. А., 2012; University of the Future, 2012; International Trends, 2015]. Объем мирового рынка собственно информационных технологий (например, программного обеспечения) составлял 2,3 трлн долл. в 2016 году, а в настоящее время рынок оценивается примерно в 4 трлн долл. с учетом конвергентных решений [IT Industry, 2016; Baller S., Dutta, S., Lanvin B., 2016; Rangarajan Dr. K., Tiwari S. K., 2014].

Совершенно логично, что масштабу столь глубоких технологических изменений должны соответствовать изменения в университетах, осуществляющих подготовку высококвалифицированных кадров для новой цифровой

индустрии. В данном контексте некоторые эксперты ставят на первый план развитие университетских экосистем, построенных вокруг кластеров, использующих прорывные информационные технологии. Именно такие экосистемы выполняют роль рыночных интеграторов, благодаря которым формируется цифровая научно-индустриальная среда. Недаром любая инновационная зона в мире ассоциируется с университетскими центрами: Кремниевая долина вокруг Стэнфорда и Беркли; Новая Англия – MIT и Гарварда; Университет Падеборна, Университет Билефельда и Высшая школа Хамм-Лимштадт – в IT-кластере OWL (Германия); Кембридж в Великобритании; Технион и Институт Вецмана в Израиле; Университет Аалто в Финляндии [Агамирзян И., 2015; Ferguson D., Fernández R. E., 2015; Graham R., 2014; Гаусмайер Ю., 2012]. В результате происходят изменения в организационных моделях университетов, последние стремятся интегрировать передовые научные достижения в учебную программу (рис. 1).

Наблюдения авторов за развитием ИТ-образования в России приводят к противоречивым выводам. С одной стороны, в РФ достаточно университетов с мощной исследовательской инфраструктурой и опытными коллективами. Однако глобальный рынок ИТ настолько динамичен и непредсказуем, что опора на прошлый опыт никак не способствует трансформации научно-образовательных процессов с целью быстро адаптировать их к новым запросам рынка (ра-

ботодателей, студентов, потенциальных инвесторов). Именно поэтому целесообразно проанализировать опыт ведущих в сфере IT университетов в части организации научно-образовательного процесса для определения готовности вузов, прежде всего российских, к новым вызовам.

МЕТОДИКА АНАЛИЗА

Перед отечественными университетами, участвующими в национальной программе повышения конкурентоспособности «5–100», поставлена основная цель – попадание в предметные рейтинги QS World University Rankings и THE Times Higher Education. Поэтому при формировании выборки международных университетов для анализа в качестве первого критерия была выбрана позиция в рейтинге QS по предметным областям «Компьютерные науки и информационные системы» и «Инжиниринг в области электротехники и электроники» (Computer Science & Information Systems and Engineering – Electrical & Electronic).

Вторым критерием послужил географический признак. В отдельные группы были выделены лидирующие университеты Европы, Азии и Америки. Заключительным, но не менее важным критерием стало внедрение инновационных образовательных моделей. Рассмотрение последних позволило авторам определить лучшие практики реализации передовых образовательных продуктов. Итоговая выборка зарубежных университетов представлена в табл. 1.

- В ходе анализа рассмотрены следующие характеристики:
- образовательные программы уровня бакалавриата, магистратуры и PhD, соответствующие актуальным направлениям в IT-индустрии и радиоэлектронике;
 - модели организации учебного процесса;
 - исследовательская повестка и портфель исследовательских проектов, соответствующих направлениям об-

разовательной деятельности, наличие и возможности специализированных исследовательских центров (лабораторий);

- общие показатели университета: количество студентов, наличие программ на английском языке, бюджет университета, стоимость программ.

В выборку для сравнительного анализа российских университетов вошло 11 вузов, представленных в предметных рейтингах QS Computer Science & Information Systems и Engineering – Electrical & Electronic (табл. 2). При отборе учитывались в основном содержательные характеристики магистерских программ.

КЛЮЧЕВЫЕ МИРОВЫЕ ТРЕНДЫ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ ДЛЯ СФЕРЫ IT

Анализ лучших практик зарубежных университетов позволяет утверждать, что исследовательская повестка играет определяющую роль в развитии образовательных продуктов.

Сочетание исследовательского и проектного подходов. Поступая в Оксфорд, будущий студент сначала выбирает область исследований, а потом конкретную программу. Приведем пример департамента компьютерных наук Оксфордского университета, исследовательская повестка которого включает 10 широких направлений: алгоритмы и сложные системы, искусственный интеллект и машинное обучение, автоматическая верификация, вычислительная биология и медицинская информатика, киберфизические системы, структуры и квантовая теория, системы взаимодействия человека и компьютера, информационные системы, языки программирования, безопасность. Дизайн сайта департа-

Таблица 1
Рейтинг ведущих зарубежных университетов (по данным: [QSWorldUniversityRankings [s.a.]])

Университет	Страна	QS Computer Sciences & Information Systems	QS Engineering: Electrical & Electronic
Массачусетский технологический институт	США	1	1
Стэнфордский университет	США	2	2
Оксфордский университет	Великобритания	7	11
Гарвардский университет	США	6	8
Кембриджский университет	Великобритания	5	5
Швейцарская высшая техническая школа Цюриха (Федеральный университет)	Швейцария	9	10
Национальный университет Сингапура	Сингапур	10	12
Гонконгский университет науки и технологий	Гонконг	19	29
Наньянский технологический университет	Сингапур	20	6
Университет Цинхуа	Китай	15	7
Токийский университет	Япония	18	13
Пекинский университет	Китай	16	22
Технический университет Мюнхена	Германия	40	41
Шанхайский университет транспорта	Китай	45	37
Технион — Израильский технологический институт	Израиль	51–100	101–150

мента отличается простой навигацией и ориентацией на конечного пользователя (рис. 2).

Для более четкой корреспонденции науки и образования во многих университетах программы имеют простые и конкретные названия, охватывают широкую область знаний. В дальнейшем у студента есть возможность более конкретно определить свою специализацию.

Например, в Техническом университете Мюнхена студенты могут получить степень магистра наук в области техники связи или энергетики. В Национальном университете Сингапура студентам предлагается выбрать одно из следующих направлений технических наук (и, соответственно, магистерских программ): информационные технологии, информационные системы, наноэлектроника, биоинженерия.

В качестве примера организации учебного процесса приведено построение типовой программы уровня бакалавриата в области компьютерных наук в Оксфорде (табл. 3). В первый год обучения студент изучает общепрофессиональные дисциплины, на второй год добавлены дисциплины в соответствии с индивидуальными интересами; на третий год студент приступает к собственному проекту и изучает только дисциплины, которые его интересуют, четвертый год посвящен работе над проектом и изучению более сложных предметов, которые требуются для работы над финальным проектом, содержащим элементы научного исследования. Университет

приветствует, если выбранная тема проекта-исследования получит логичное продолжение во время обучения студента в магистратуре.

Выборка программ Кембриджа показывает, что 86 из 179 программ магистратуры являются полностью исследовательскими, 67 программ наполовину исследовательские и лишь 26 прикладные, хотя даже они содержат некоторые элементы научно-исследовательской работы (рис. 3).

Приоритет междисциплинарного подхода. Междисциплинарный подход является приоритетным при формировании образовательных программ и исследовательской повестки. Особо ярко данная тенденция проявляется в азиатских университетах, где междисциплинарные программы в области информационных технологий часто переданы

Рис. 3. Распределение магистерских программ Кембриджского университета по типам

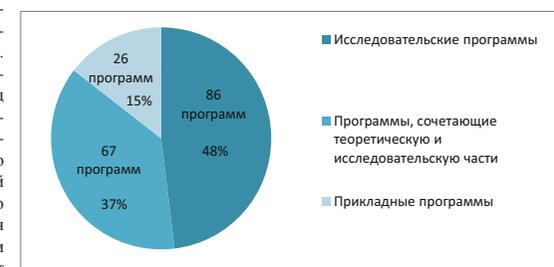


Рис. 1. Актуальная модель позиционирования ведущих университетов [TechTrends Report, 2017; Dudman A., Wearne S. H., 2003; UNESCO, 2015; Annetta L. A., Minogue J., 2016]



Таблица 2
Рейтинг ведущих отечественных университетов (по данным: [QSWorldUniversityRankings [s.a.]])

Университет	Engineering – Electrical & Electronic	Computer Science & Information Systems
Московский государственный университет (МГУ)	—	48
Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ)	—	151–200
Московский государственный технический университет им. Баумана	201–250	251–300
Московский физико-технический институт (МФТИ)	201–250	251–300
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого (Политех)	201–250	401–500
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»	251–300	—
Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ)	251–300	—
Новосибирский государственный университет (НГУ)	—	251–300
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО)	—	351–400
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ, Москва)	—	351–400
Новосибирский государственный технический университет (НГТУ)	351–400	—
Уральский федеральный университет (УрФУ)	351–400	—

отдельным университетским структурам с обособленным управлением (например, Высшая школа междисциплинарного информационного обучения в Токийском университете, Институт междисциплинарных информационных наук в Университете Цинхуа).

Подобные структуры создаются не только в сфере IT-образования. В Университете Техаса студенты Института междисциплинарных наук должны выбрать одну базовую и две сопутствующие науки. На выбор предлагаются шесть направлений: компьютерные науки, искусство и гуманитарные науки, бихевиористика, экономика и политология,

менеджмент, естественные науки и математика. Внутри каждого направления можно выбрать отдельные модули и творческие проекты.

Программа «Энергетический менеджмент и устойчивость» Университета Лозанны создана на стыке энергетики, IT, экономики, технологий, менеджмента. Университет позиционирует программу как научно-образовательную платформу для подготовки специалистов для работы в интеллектуальных энергетических и промышленных системах. Программу составляют пять модулей: «Инжиниринг биопроцессов», «Инжиниринг экосистем», «Моделирование природоохранной деятельности», «Технологические особенности новой энергетики», «Менеджмент технологий», также предлагается широкий спектр (более 20) отдельных курсов, которые студент выбирает в зависимости от своих предпочтений в 3–4-м семестрах.

Все более популярными становятся управленческие программы на стыке менеджмента и искусства. Например, программа «Стратегическое лидерство и дизайн» (Университет Индианаполиса) сочетает в учебном плане модули «Теория лидерства и дизайн-мышления», «Когнитивные системы и обучающиеся организации», «Развитие интеллектуального капитала», «Управление информацией и производственными технологиями», «Управленческая математика». В России подобную модель реализует Университет ИТМО в рамках магистерской программы Art&Science («Искусство и наука»), представляющей собой синтез инженерного, управленческого и художественного образования.

В Эдинбургском университете успешно реализуется магистерская программа «Практика междисциплинарного творчества (Interdisciplinary

Таблица 3
Структура программы бакалавриата в Оксфорде, %

Год	Общепрофессиональные дисциплины	Дисциплины специализации по выбору	Продвинутая специализация	Проект	Экзамен
1	100	—	—	—	5 предметов
2	50	40	—	10 (командный)	5 предметов
3	—	75	—	25 (индивидуальный)	10 предметов + отчет по проекту
4	—	—	63	37 (индивидуальный)	Непрерывная оценка прогресса + отчет по проекту

Creative Practices») на стыке IT, естественных наук, медиа, социологии и менеджмента. Выпускники работают в инновационных малых компаниях сфер IT, программного и компьютерного обеспечения, медиарынка (ТВ и киноиндустрия), дизайна, архитектуры, материаловедения, создают собственные стартапы. В программе большое внимание уделяется исследовательскому блоку, особо приветствуются такие темы, как дополненная реальность и визуальная аналитика.

Примеры подобных междисциплинарных структур или образовательных продуктов демонстрируют, что на базе IT имеется возможность развивать интересные междисциплинарные программы и научные исследования, в которые вовлекаются эксперты из различных областей знаний.

Междисциплинарные исследования нацелены на прорывные технологии. В Гонконгском университете есть портфель из 12 крупных научных тем: экотроника, умные экологичные здания, формирование цифрового мира, функциональные наноструктуры, фотонные беспроводные приложения, управление свойствами волн и материалов, человеко-машинные интерфейсы для производств будущего, биологический анализ данных, наукоемкое предпринимательство. Все они составляют повестку, определяющую долгосрочное глобальное лидерство и устойчивое развитие университета. Темы перспективных НИР в обязательном порядке интегрируются в образовательный контент.

Ведущие университеты мира хотят лидировать в развитии той или иной технологии, создающей новую реальность.

Таблица 4
Ведущие университеты мира – лидеры в прорывных исследованиях информационных и смежных технологий

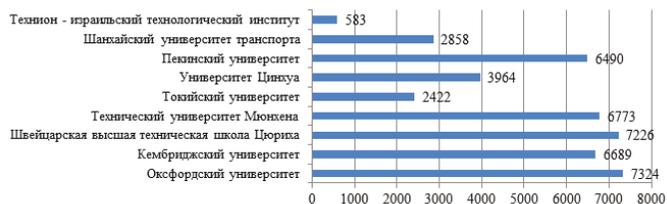
Университет	Искусственный интеллект	Нейронные сети	Роботизированные комплексы и системы	Человеко-машинные интерфейсы	Системы распознавания	Кибербезопасность и защита данных	Big Data	Самобучающиеся системы и механизмы	Биоэлектроника и биointерфейсы
Массачусетский технологический институт	+		+	+	+	+	+		
Университет Торонто		+							
Университет Беркли		+				+			
Стенфордский университет				+		+			
Университет Южной Каролины				+			+		+
Университет Карнеги-Меллон			+						
Вустерский политехнический институт									
Наньянский технологический университет									+
Токийский университет						+			+
Оксфордский университет	+								
Политехнический университет (Китай)									
Эдинбургский университет				+					
Австрийский технологический институт					+				
Университет Бирмингема					+				
Мичиганский университет									+
Гарвардский университет									+

Примечание: «+» – область, в которой университет стремится к лидерству.

Рис. 2. Пользовательский интерфейс сайта Оксфорда



Рис. 4. Количество иностранных студентов в ведущих университетах



В табл. 4 показано распределение специализаций различных университетов в рамках научных исследований, благодаря активной работе университетов созданы крупные консорциумы, а в некоторых случаях – глобальные технологические платформы. В этих платформах университеты играют ведущую роль, вопреки своему классическому статусу поставщиков инновационных решений [TechTrends Report, 2017; Гительман Л. Д., Сандлер Д. Г., Кожевников М. В. и др., 2015; TechTrends, 2017; Chataway J., Parks S., Smith E., 2017].

Также отметим другие, более универсальные тренды, напрямую не связанные с интеграцией образования и научной деятельности.

Пакетирование образовательных программ разных уровней. Некоторые университеты (в основном европейские) стали объединять программы бакалавриата и магистратуры (либо магистратуры и PhD), ключевым преимуществом является экономия времени и стоимости обучения. При этом университеты «отсекают» абитуриентов, желающих освоить только одну образовательную ступень: например, в Кембридже абсолютный приоритет отдается сонскаателям, ранее прошедшим там же подготовку бакалавра. Такая относительно агрессивная стратегия дает возможность производить жесткий отсев лиц, не заинтересованных в проведении научных исследований высокого качества. Образование ради образования невыгодно ведущим вузам, поскольку не дает университету никаких выгод, кроме краткосрочных финансовых.

Повышенное внимание иностранным студентам. Интернационализация не является новым трендом, однако за счет привлечения зарубежных студентов (и преподава-

телей) университеты получают доступ к новым знаниям, рынкам, компаниям и создают разнообразные центры превосходства или платформы, позволяющие устойчиво лидировать в науке и образовании. Например, в Оксфорде доля иностранных студентов – около 30%, в Кембридже и Швейцарской высшей технической школе Цюриха – более 35%, в Пекинском университете – 22% (рис. 4).

СПЕЦИФИКА РОССИЙСКОГО ИТ-ОБРАЗОВАНИЯ

В отличие от мировых тенденций, анализ рынка образовательных продуктов в РФ показывает, что предлагается мало междисциплинарных программ-аналогов. Увеличивается количество магистерских программ, посвященных проблематике интеллектуальных систем управления и системной инженерии программного обеспечения (до 20%). Вместе с этим до половины всех программ имеют традиционное содержание. Выборочный анализ учебных планов подобных программ показал, что специализированным вопросам в них уделяется не более 30% учебного времени.

Организация образовательного процесса для подготовки специалистов IT-отраслей имеет характерные особенности. Ведущие российские университеты отдают предпочтение меньшему количеству направлений IT-подготовки и большему количеству программ в рамках каждого направления. Достаточно условно этот тренд можно назвать специализацией. В среднем на одно направление приходится три программы (рис. 5). Для университетов приоритетными являются пять направлений подготовки, где сконцентрировано наибольшее количество магистерских программ.

Имеет место разрыв между образованием и наукой. Во многих университетах специализированные курсы преподаются без привязки к конкретным отраслевым задачам, учебные планы формируются с ориентацией на интересы преподавательских коллективов, студенты слабо вовлечены в научно-исследовательскую деятельность. Для решения этой проблемы в ряде вузов предприняты попытки изменить организацию научно-образовательного процесса. Так, с 2017 года в МФТИ и Новосибирском государственном техническом университете открыт прием по направлениям подготовки в магистратуре в конкурсные группы. Курировать группы могут кафедры или отдельные научно-образовательные коллективы, у которых должны быть исследовательские проекты, научные работы, выпущенные учебники

Таблица 5
Научная инфраструктура Университета Иннополис

	Исследовательские центры
Киберфизические системы: программные аспекты, связанные с развитием и эксплуатацией КФС	Информационная безопасность. Научкоемкие проекты и перспективные поисковые исследования в области практической кибербезопасности систем IIOT/IoT и сетей Internet/Intranet.
Когнитивные роботехнические системы: вербальные и невербальные взаимодействия между человеком и роботом, символичные обоснования, крупные когнитивные системы «человек – машина»	Моделирование и анализ больших данных в финансах и экономике. НИР и бизнес-образование в области компьютерного анализа и математического моделирования финансовых и экономических процессов.
Облачные системы и визуализация сервисов: разработка нового поколения облачных технологий хранения и управления данными с интегрированной системой безопасности и гарантированным уровнем доступа и отказоустойчивости	Автоматизация бизнес-процессов. Рекомендации (включая консалтинг) по совершенствованию бизнес-процессов компаний посредством улучшения прикладного ПО
Интеллектуальные роботехнические системы: разработки в области применения беспилотных наземных роботов и летательных аппаратов. Взаимодействие автономных однородных и неоднородных групп роботов	
Программная инженерия: разработка среды для создания программ высокой надежности – автоматическая проверка надежности кода и автоматическая замена частей кода на надежные аналоги	
Интеллектуальные транспортные системы: анализ транспортных данных. Моделирование движения трафика с использованием алгоритмов адаптивного управления. Долгосрочное планирование развития транспортной инфраструктуры	
Разработка промышленного ПО	
Архитектура и модули разработки ПО	
Большие данные и информационные системы: методы управления большими массивами данных и компьютерно-управляемого анализа данных (datamining, web-mining, машинное обучение)	
Искусственный интеллект в разработке игр: привлечение пользователей компьютерных игр к взаимодействию с искусственным интеллектом посредством игрового пространства (видео-, настольные, математические и развивающие игры)	
Машинное обучение: НИР по направлениям: алгоритмы машинного обучения, глубинное обучение, обработка изображений и компьютерное зрение, контекстно-ориентированный анализ	
Компьютерный анализ медицинских изображений: автоматическое распознавание рентгеновских изображений, автоматическая диагностика различных форм и локализации рака и туберкулеза	
Электронные образовательные системы	

и другие наработки в русле образовательной программы. Данный опыт можно считать попыткой приблизиться к западной модели.

В 2013 году в Республике Татарстан учрежден Университет Иннополис [Университет Иннополис [б.г.]] для подготовки современных кадров для IT-индустрии. Университет имеет 13 научных лабораторий и 3 исследовательских центра (табл. 5), которые проводят НИР и предоставляют площадку для практики студентов в ходе обучения, реализуют консалтинговые и образовательные бизнес-проекты для внешних заказчиков. В данном университете используется оригинальная образовательная модель. Например, в программах «Управление разработкой ПО» и «Разработка безопасных систем и сетей» год идут теоретико-практические занятия, на второй год учащиеся участвуют в индустриальном проекте IT-компании. К абитуриентам предъявляются жесткие критерии отбора: опыт работы – не менее 1,5 лет, хорошее знание английского языка, знание основных языков программирования, протоколов и архитектуры компьютерных сетей, опыт написания технической документации.

Стоимость обучения в магистратуре в 5–10 раз выше среднерыночной (1400 тыс. рублей в год), однако прошедший отбор сонскаателям выдается грант, полностью покрывающий затраты на обучение. Для сравнения: год обучения в магистратуре МГУ – 300 тыс., в МФТИ – 250 тыс., в Томском государственном университете – 170 тыс., в Санкт-Петербур-

бургском государственном политехническом университете – 150 тыс., в Новосибирском государственном университете – 100 тыс.

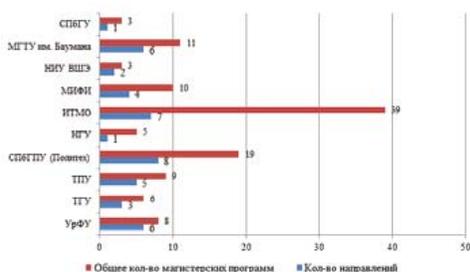
Обращает на себя внимание ограниченный набор магистерских программ, выпускники которых получают двойной диплом. В представленных университетах наиболее яркими примерами являются программы:

- верификация и тестирование аппаратных и программных модулей телекоммуникационных систем (Томский государственный университет + Национальный университет Тайваня);
- интеллектуальные системы (Санкт-Петербургский государственный политехнический университет + Городской университет Лондона + Университет Ганновера);
- сети ЭВМ и телекоммуникации (Томский политехнический университет + Технический университет Мюнхена).

КАКИЕ СПЕЦИАЛИСТЫ ТРЕБУЮТСЯ ИТ-ИНДУСТРИИ?

По оценке Министерства связи и массовых коммуникаций РФ, для решения задач в сфере технологических инноваций и импортозамещения уже к 2020 году потребу-

Рис. 5. Срез по ведущим российским университетам: охват по направлениям IT-подготовки и магистерским программам



есть не менее 350 тысяч квалифицированных специалистов в сфере информационных технологий. В связи с этим в рамках данной работы целесообразно также рассмотреть экспертные мнения по смежным вопросам.

- Каковы основные тренды рынка кадров для IT-индустрии?
 - Какие современные требования предъявляют к IT-специалистам работодатели? Отвечают ли выпускники отечественных вузов этим требованиям?
 - Происходят ли какие-либо изменения в российских университетах для обеспечения лучшего соответствия запросам IT-компаний в части кадров?
- Начнем с трендов рынка IT-специальностей. По оценкам экспертов «Яндекса», в настоящее время:
- во всех развитых странах непрерывно растет спрос на специалистов в области науки о данных;
 - согласно рейтингу Glassdoor, в 2016 году должность эксперта по аналитическим данным – 1 лучшая работа в Америке. Оценка проводилась по трем ключевым факторам: количество вакансий, заработная плата и рейтинг карьерных возможностей. Также в топ-10 лучших вакансий: специалист по разработке программной архитектуры, специалист в области мобильных приложений и инженер-программист;
 - в России одновременно с растущим спросом на перспективные профессии сохраняется спрос на традиционные IT-специальности: разработчик Java, PHP, C/C++, C#, 1C, Python. Растет популярность Swift и Unity 3D. В то же время требуется все меньше специалистов по Objective C.

В целом направления IT-подготовки остаются одними из самых востребованных среди абитуриентов вузов РФ.

Одной из главных причин является заработная плата выпускников, окончивших университет с IT-специализацией: согласно последнему рейтингу Superjob, выпускники, работающие в сфере IT, получают самую конкурентоспособную зарплату на рынке труда [Рейтинг; 2017]. Университеты – лидеры рейтинга представлены в табл. 6. В сравнении с большинством зарубежных университетов эти цифры выглядят весьма скромно (рис. 6), однако для РФ пропорции между стоимостью обучения в вузах и годовой заработной платой выпускников примерно одинаковы.

В отношении данных, представленных в табл. 6 и на рис. 6, следует сделать несколько комментариев. Сравнение университетов между собой по показателю средней заработной платы выпускников не является в полной мере объективным и корректным: во-первых, из-за его усредненности и агрегированности, во-вторых, из-за значительной разницы между регионами по социально-экономическим условиям.

Несмотря на действительно высокую востребованность IT-индустрии как среды для построения карьеры, в отдельных и смежных отраслях (например, в радиоэлектронике) более половины работающих специалистов являются представителями старшей возрастной группы (более 45 лет).

Анализ предпочтений выпускников магистратуры IT-специальностей по направлениям профессионального развития приведен на рис. 7. Примерно две трети опрошенных предпочли бы инженерное направление IT-процессов, одна треть – управленческое. Таковы выводы проведенного в 2015 году анкетирования почти 2000 студентов и выпускников, обучающихся/обучавшихся в университетах РФ по IT-специальностям [Жилиев А. Н., Олейник А. И., 2015].

С учетом запросов отечественных работодателей выделяются 4 наиболее перспективных профиля магистратуры:

- науки о данных: методы извлечения знаний из данных, математические методы моделирования и прогнозирования, современные программные системы и методы программирования для анализа данных;
- системная и программная инженерия: промышленное производство, программное обеспечение, создание информационно-коммуникационных технологий и систем различного назначения;
- математические методы оптимизации и стохастики: современная прикладная математика и математическое моделирование, стохастический анализ и дискретная математика, методы оптимизации с упором на методы выпуклой оптимизации в задачах высокой размерности;
- анализ данных в биологии и медицине: междисциплинарное образование для анализа специфических медико-биологических данных посредством новейших информационных систем и программных комплексов.

Как показали наш анализ российских университетов, первые два профиля в той или иной форме находят отражение в программах магистратуры. К сожалению, по другим направлениям предлагается очень мало.

Содержание большинства магистерских программ ведущих вузов также не в полной мере соответствует новым видам профессиональной деятельности IT-специалистов, на которых будет спрос в течение следующих 3–5 лет. Эксперты Российской ассоциации электронных коммуникаций составили перспективный портрет профессий будущей IT-индустрии. Так, среди новых профессий в области IT, интернета и цифровых технологий, которые появятся в ближайшие 3–5 лет, HR-директоры чаще всего называют новые специальности, связанные с Big Data: от генерирования и хранения до анализа, построения моделей и визуализации;

защиты; профессии, связанные с системами искусственного интеллекта (в том числе обработку естественных языков). В области мобильных технологий и робототехники ожидается появление как «обслуживающих» специальностей (операторы, инженеры), так и «креативных» (непосредственная разработка, создание устройств) [Fuchs W., 2012; Flores N. H., Paiva A. C. R., Letra P., 2016; Mohd-Yusof Kh., Helmi S. A., Phang F. A. Et al., 2015].

В перспективе ближайших 3–5 лет можно выделить следующие ключевые направления, которые будут особо востребованы в IT-индустрии:

- компьютерная лингвистика и искусственный интеллект;
- робототехника и ПО для роботов;
- 3D-проектирование и печать;
- дополненная и виртуальная реальность;
- облачные технологии;
- IT в образовании и консалтинг;
- «умные города»;
- биоинформатика и IT в медицине;
- информатика в статистике (data science);
- интернет вещей.

Сегодня только 13% выпускников могут сказать, что им хватает полученных знаний в своей работе [Жилиев А. Н., Олейник А. И., 2015]. Процессом учебы в университете удовлетворена половина всех выпускников, что связано с существенной диспропорцией между теоретическими и практическими занятиями (не в пользу последних), а также дефицитом взаимодействия в процессе учебы с предприятиями IT-сферы.

Данный вывод тесно коррелирует с требованиями ведущих IT-компаний (Google, «Яндекс», Microsoft, «Сбербанк»,

Таблица 6
Лучшие вузы РФ по уровню зарплат выпускников 2011–2016 годов

Ранг	Университет	Зарплата, руб.*	Средний балл ЕГЭ
1	Московский физико-технический институт	136 000	93,5
2	Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»	110 000	90,0
2	Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана	110 000	88,1
3	Университет ИТМО (Санкт-Петербург)	98 000	88,6
4	Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова	95 000	86,9
5	Новосибирский национальный исследовательский государственный университет	90 000	81,1
6	Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»	87 000	74,9
7	Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»	85 000	78,0
7	Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения	85 000	90,4
8	Пермский государственный национальный исследовательский университет	83 000	78,0
8	Национальный исследовательский университет «Московский авиационный институт»	83 000	75,0
8	Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»	83 000	79,0
8	Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»	83 000	80,8
9	Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского	82 000	70,8
9	Уральский федеральный университет	82 000	76,2
10	Казанский (Приволжский) федеральный университет	81 000	80,0

*Зарплата, на которую может претендовать в Москве специалист, окончивший вуз — участник рейтинга.

Рис. 6. Сравнение университетов по показателям стоимости обучения и средней стартовой зарплате выпускников после окончания вуза [10 Top European Universities (2017); College ROI Report (2017); Compare Salaries by University ([s.a.])]

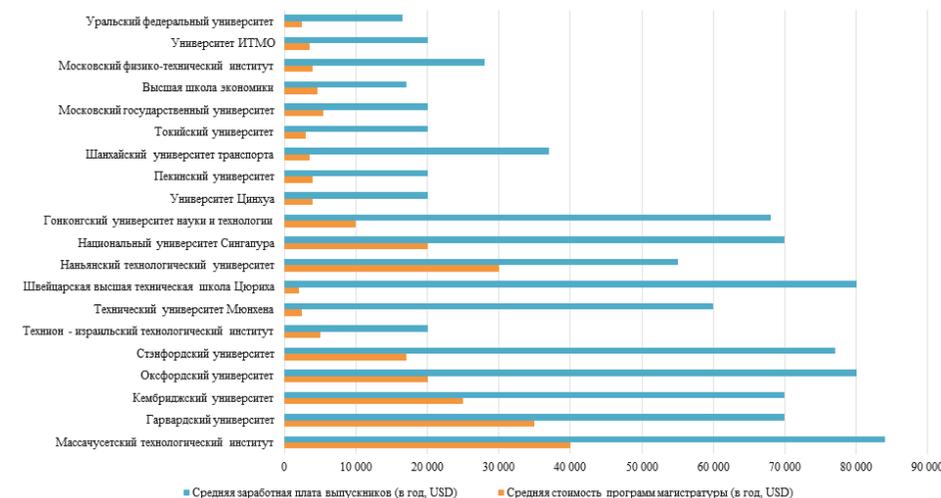
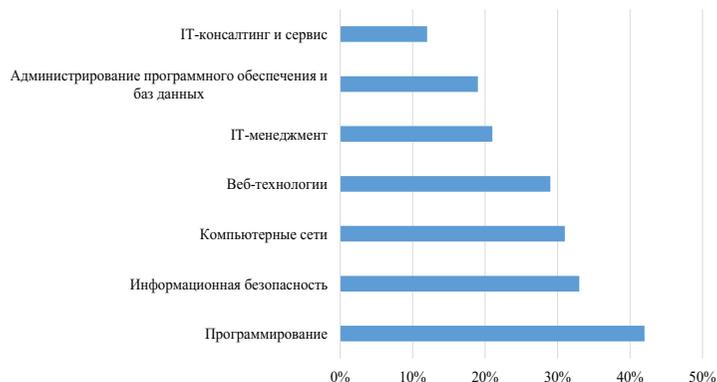


Рис. 7. Наиболее востребованные студентами IT-специальностей виды профессиональной деятельности



«МТС», «Билайн», «Мегафон», «Ростелеком», «Лукойл») к молодым кадрам:

- высокая мотивация к работе;
- способность к самообучению, самостоятельность, энтузиазм, нацеленность на личностный рост, активная жизненная позиция;
- обязательное знание английского языка;
- коммуникабельность, трудолюбие, ответственность при решении задач с высокой неопределенностью.

Среди этих требований принципиально отсутствует спрос на специализированные навыки и умения. Как правило, крупные работодатели воспринимают университет как инструмент передачи знаний, но не как площадку для профессионального развития и начинают создавать собственные университеты для программистов (такой подход сейчас реализует Mail.Ru Group). Еще один механизм – создание базовых кафедр в университетах силами отраслевых лидеров, при этом учебный процесс переориентируется на вовлечение студентов и слушателей в проекты, выполняемые на примерах реальных компаний.

Результаты опроса руководителей предприятий в сфере информационных технологий, телекоммуникаций и радиоэлектроники, обобщение экспертных мнений в открытых источниках позволяют говорить, что фундаментальной проблемой разрыва между подготовкой в сфере IT и требованиями работодателей к компетенциям выпускников является абсолютное несовпадение жизненных циклов образовательных продуктов и современных технологий. В среднем проектирование и запуск образовательной программы в российских вузах занимают год, обучение в бакалавриате – четыре года, в магистратуре – еще два. За семь лет сектор IT может пережить несколько мини-революций, в ответ на которые университет не реагирует посредством оперативного обновления содержания и методов обучения. К сожалению, заданные с первого года учебные планы фактически не имеют операционной гибкости, следовательно, необходимо пересмотреть модели образовательного процесса для подготовки как IT-специалистов, так и кадров для других динамичных отраслей экономики.

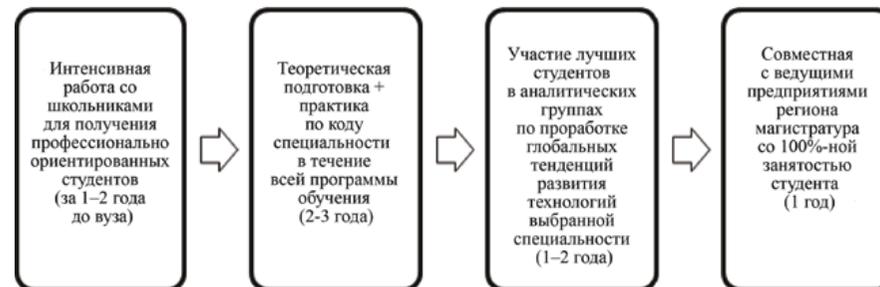
Возможно, ситуацию могла бы менять организация непрерывной подготовки специалистов в области IT, начиная даже со старших классов школы (рис. 8); повышение количества программ, созданных на основе собственных образовательных стандартов; пилотная реализация адаптивных программ, когда в контрольных точках (например, по завершению учебного года) заказчик, преподаватели и студенты совместно определяют результаты и траектории обучения, набор актуальных учебных курсов и практик следующего этапа.

ОПЫТ УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Приведенные выше мировые и отечественные тренды развития IT-образования отражены в нескольких новых образовательных продуктах Института радиоэлектроники и информационных технологий Уральского федерального университета (УрФУ), спроектированных на основе проведенного авторами анализа. В частности, в рамках настоящего исследования были разработаны магистерские программы «Лидерство в инженерии, менеджменте, IT-бизнесе», «Интеллектуальная робототехника», «Интеллектуальные информационные системы и технологии функциональной диагностики и нейрореабилитации», «Адаптивный анализ данных», «Аналитика больших данных и методы видеоанализа». Концепция программ предполагает, что они станут точками роста как в научной сфере, так и в образовании, генерируя разнообразные дополнительные продукты для разных групп заказчиков.

Например, программа «Лидерство в инженерии, менеджменте, IT-бизнесе» подготовлена как совместный проект института и Высшей школы экономики и менеджмента УрФУ. Программа нацелена на подготовку специалистов, востребованных в наиболее перспективных и динамично развивающихся отраслях экономики: искусственный интеллект и машинное обучение, биоинженерия, IT-консалтинг, кибербезопасность, аддитивные технологии. Проект

Рис. 8. Этапы непрерывной подготовки специалистов для IT-индустрии



разработан в соответствии с принятым в УрФУ стандартом подготовки для энергетики и высокотехнологичных отраслей по направлению «Менеджмент», дающим возможность более гибкой организации учебного процесса по сравнению с федеральным стандартом высшего образования.

Программа реализуется как комплекс модулей, сгруппированных следующим образом:

- унифицированные модули, обязательные для направления подготовки;
- специализированные модули, обязательные для профиля подготовки;
- вариативные модули – выбираемые при формировании индивидуальной траектории обучения.

Каждый модуль представляет собой логически завершенную по содержанию, методическому обеспечению самостоятельную учебную единицу, ориентированную на формирование группы взаимосвязанных компетенций, определяющих конкретные результаты обучения. В программе органично сочетаются управленческие и инженерные дисциплины, освоение которых позволяет специалистам быстро ориентироваться в IT-инновациях, создавать собственные технологические стартапы, успешно работать в крупных IT-компаниях (табл. 7).

Программа «Интеллектуальные информационные системы и технологии функциональной диагностики и нейрореабилитации» разработана на стыке IT, медицины и нейронаук и реализуется совместно с Уральской государственной медицинской академией. В развитии исследовательской инфраструктуры программы участвуют

Межвузовский научный центр биоинженерии, корпорация «Тритон-Электроникс», Новый Лиссабонский университет (Португалия) и Университет штата Висконсин (США). В учебном плане предусмотрен стартовый классический инженерный модуль «Цифровая обработка сигналов и изображений», несколько междисциплинарных модулей («Приборы и информационные технологии для медицины», «Разделы науки о головном мозге и вегетативной нервной системе», «Математическое моделирование и анализ данных в медицине и биологии») и два проектно-исследовательских модуля («Методы моделирования и исследований в инженерной деятельности», «Профессиональные коммуникации»).

Магистерская программа «Аналитика больших данных и методы видеоанализа» предусматривает изучение современных математических методов и программного обеспечения для решения задач, связанных с проблематикой BigData. Она сосредоточена на исследованиях и практической реализации концепций DataMining и BigData в таких ключевых индустриальных секторах, как металлургия (оптимизация технологических процессов производства), железнодорожный транспорт (инновационные методы моделирования и оптимизации технологических процессов перевозок) и др. При выполнении данных проектов используются математические методы, которые включают глубинные исследования данных, алгоритмы оптимизации на графах, видеоаналитику, включая цифровую обработку изображений, что и послужило обоснованием выбора одной из новейших платформ класса Data Discovery – Teradata Aster.

Таблица 7
Модульная структура магистерской программы «Лидерство в инженерии, менеджменте, IT-бизнесе» (фрагмент)

Модуль	Ключевая дисциплина
Менеджмент, действующий на опережение	Стратегии лидерства. Корпоративные системы раннего предупреждения. Инновационное лидерство
Управление информационными активами	Управление IT-ресурсами наукоёмкого бизнеса. Организация информационной системы предприятия
Системная инженерия для технологической модернизации	Основы системной инженерии для инженеров и менеджеров. Инженерное творчество
Информационно-аналитические системы в бизнесе	Интеллектуальные мультимедийные системы. Бизнес-моделирование

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщив результаты анализа магистерских программ и образовательных моделей ведущих университетов, экспертные мнения руководителей IT-компаний, мы составили рекомендации, которые могут представлять практическую ценность для российских университетов при проектировании брендовых образовательных продуктов, обеспечивающих реализацию стратегии лидерства.

Создание и продвижение новых междисциплинарных образовательных программ. Университеты РФ испытывают дефицит программ подготовки специалистов, востребованных в наиболее перспективных и динамично развивающихся отраслях экономики: искусственный интеллект и машинное обучение, биоинженерия, IT-консалтинг, кибербезопасность, аддитивные технологии. Мировой тренд – программы магистратуры на стыке биологии, IT и нейронаук. Кроме того, все больше востребованы программы на стыке инженерии, управленческих дисциплин и искусства. Целесообразно предпочесть краткосрочные программы (пилотные проекты) для подготовки студентов как инженерных, так и гуманитарных специальностей.

В нашей стране привычнее сфокусированные программы для подготовки специалистов для конкретных профессий и функций. Тем не менее в ближайшие пять лет спрос на междисциплинарных специалистов в IT-сфере должен вырасти. Судя по динамике данной отрасли, этот рост может быть довольно неожиданным и стремительным.

Кроме того, необходимо усиливать взаимодействие между институтами (факультетами), кафедрами, лабораториями, научно-образовательными центрами внутри и вне университета, а также вступать в сетевые партнерства с наукоёмким бизнесом. Это позволит актуализировать исследовательскую повестку, создать интересные рынку образовательные продукты, прежде всего коммерческие.

Радикальное повышение научной компоненты в магистратуре. Для того чтобы войти в ТОП-100 предметных рейтингов QS, нужно активизировать научно-публикационную деятельность. Один из инструментов – вовлечение магистрантов в научные проекты. Предположительно,

это увеличит количество публикаций на 20–30%. Кроме того, совмещение обучения по моделям Project-based и Research-based будет способствовать формированию уникального бренда программ. Не следует превращать в исследовательские все программы магистратуры – необходимо определить приоритетные продукты, в первую очередь перспективные для продвижения на глобальном рынке.

Развиваемые программы. Действующие в Институте радиоэлектроники и информационных технологий УрФУ магистерские программы «Лидерство в инженерии, менеджменте, IT-бизнесе», «Интеллектуальная робототехника», «Интеллектуальные информационные системы и технологии функциональной диагностики и нейрореабилитации» спроектированы с учетом мировых трендов в IT-образовании, являются междисциплинарными и имеют потенциал не только стать точками роста университета, но и сформировать научно-образовательную экосистему, интегрирующую интересы и ресурсы академических и корпоративных партнеров, поддержать перспективные научные разработки в сфере IT и смежных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агамирзян И. (2015) Инновации: три заблуждения // Ведомости. № 3831.
2. Гаусмайер Ю. (2012) It's OWL – передовой кластер // tec.News. № 4. С. 6–7.
3. Гительман Л. Д., Сандлер Д. Г., Кожевников М. В. и др. (2015) Технологическая платформа как инструмент преобразований научно-образовательной деятельности в университете // Университетское управление: практика и анализ. № 6. С. 31–42.
4. Жилев А. Н., Олейник А. И. (2015) Актуальные проблемы подготовки и развития кадрового потенциала в IT-отрасли // Качество. Инновации. Образование. № 12. С. 9–22.
5. Рейтинг технических вузов России 2017 // Superjob.ru. URL: <https://students.superjob.ru/reiting-vuzov/it/>, дата обращения 25.12.2017.
6. Сухов А. В., Стреха А. А. (2012) Информационные процессы в экономической деятельности как драйверы развития информационного общества // Транспортное дело России. № 6 (2). С. 172–173.
7. Университет Иннополис. ([б.р.]) URL: <https://university.innopolis.ru>.
8. 10 Top European Universities Offering the Best Job Prospects in 2018 (2017) // Mastersportal. URL: <https://www.mastersportal.eu/articles/365/10-top-european-universities-offering-the-best-job-prospects-in-2018.html>
9. Annetta L. A., Minogue J. (2016) Connecting Science and Engineering Education Practices in Meaningful Ways. Switzerland: Springer.
10. Baller S., Dutta S., Lanvin B. (2016) The Global Information Technology Report 2016. Geneva: World Economic Forum and INSEAD.
11. Chataway J., Parks S., Smith E. (2017) How Will Open Science Impact on University-Industry Collaboration? // Foresight and STI Governance. Vol. 11. № 2. P. 44–53.
12. College ROI Report: Best Value Colleges (2017) // Pay Scale. URL: <https://www.payscale.com/college-roi>.
13. Compare Salaries by University ([s.a.]) // Emolument. URL: <https://www.emolument.com/salary-reports/universities>.
14. Dudman A., Wearne S. H. (2003) Professional Engineers' Needs for Managerial Skills and Expertise. URL: <https://www.engc.org.uk/EngCDocuments/Internet/Website/Professional%20Engineers%20need%20Management%20Skills.pdf>.
15. Ferguson D., Fernández R. E. (2015) The Role of the University in the Innovation Ecosystem, and Implications for Science Cities and Science Parks: A Human Resource Development Approach // WTR. Vol. 4. P. 132–143.
16. Flores N. H., Paiva A. C. R., Letra P. (2016) Software Engineering Management Education through Game Design Patterns // Procedia – Social and Behavioral Sciences. Vol. 228. P. 436–442.
17. Fuchs W. (2012) The New Global Responsibilities of Engineers Create Challenges for Engineering education // Journal of Education for Sustainable Development. Vol. 6. P. 111–113.
18. Graham R. (2014) Creating university-based entrepreneurial ecosystems evidence from emerging world leaders. MIT Skoltech Initiative, 2014 // R H Graham Consulting. URL: http://www.rhgraham.org/RHG/Recent_publications_files/MIT%3ASKoltech%20entrepreneurial%20ecosystems%20report%202014%20_1.pdf.
19. International Trends in Higher Education 2015 // University of Oxford. URL: <https://www.ox.ac.uk/sites/files/oxford/International%20Trends%20in%20Higher%20Education%202015.pdf>.
20. IT Industry Outlook 2016 // CompTIA. URL: <http://www.comptia.org/resources/it-industry-outlook-2016-final>.
21. Mohd-Yusof Kh., Helmi S. A., Phang F. A. et al. (2015) Future Directions in Engineering Education: Educating Engineers of the 21st Century // ASEAN Journal of Engineering Education. Vol. 2, N 1. P. 8–13.
22. QS World University Rankings. ([s.a.]) URL: <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/>.
23. Rangarajan Dr. K., Tiwari S. K. (2014) Evolution of Global IT Services Industry: Impact of Technological advancements and Business needs // IOSR Journal of Business and Management. Vol. 16, N 5. P. 33–40.
24. Tech Trends 2017. The Kinetic Enterprise. Deloitte University Trends 2017. URL: <https://www.deloitte.com/global/en/pages/technology/articles/tech-trends.html>.
25. Tech Trends Report 2017 // Future Today Institute. Режим доступа: <https://futuretodayinstitute.com/2017-tech-trends/>.
26. UNESCO Science Report: towards 2030 – Executive Summary. Paris: Publishing of United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2015.
27. University of the Future. A thousand year old industry on the cusp of profound change (2012) // Ernst & Young. URL: http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/University_of_the_future/%24FILE/University_of_the_future_2012.pdf.