



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 ТRENДЫ 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-

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 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

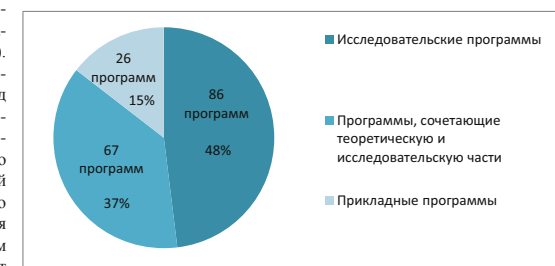


Таблица 2  
Рейтинг ведущих отечественных университетов (по данным: [QSWorldUniversityRankings [s.a.]])

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,

Рис. 2. Пользовательский интерфейс сайта Оксфорда



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

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 соискателям 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.

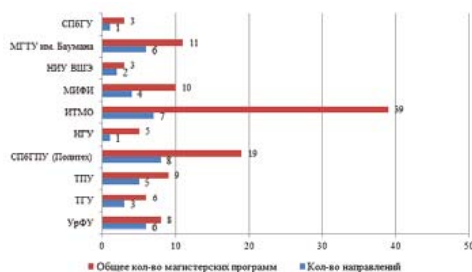
Обращает на себя внимание ограниченный набор магистерских программ, выпускники которых получают двойной диплом. В представленных университетах наиболее яркими примерами являются программы:

- 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.] )]

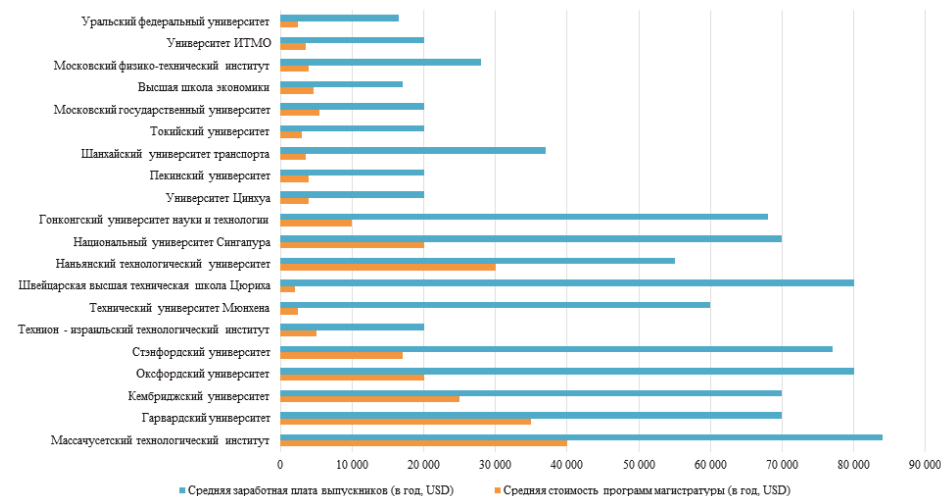


Рис. 7. Наиболее востребованные студентами IT-специальностей виды профессиональной деятельности



«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.

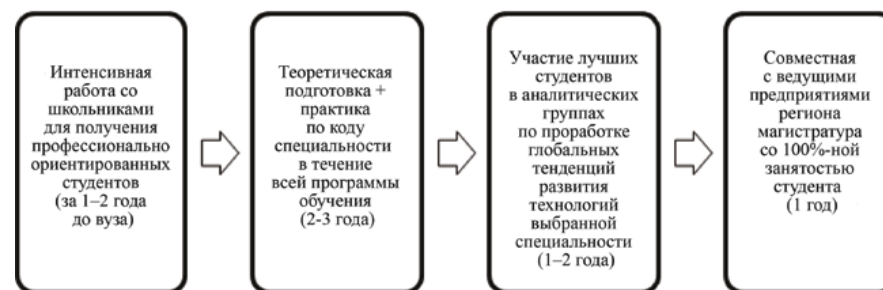
Возможно, ситуацию могла бы менять организация непрерывной подготовки специалистов в области IT, начиная даже со старших классов школы (рис. 8); повышение количества программ, созданных на основе собственных образовательных стандартов; пилотная реализация адаптивных программ, когда в контрольных точках (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 наукоемким 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.г.]) 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](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: <https://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](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/University_of_the_future/%24FILE/University_of_the_future_2012.pdf).