Юрий Семенов

Семенов Юрий Алексеевич —
заместитель заведующего кафедрой информатики и вычислительных сетей факультета нано-, био-, информационных и когнитивных технологий МФТИ, ведущий научный сотрудник Института теоретической и экспериментальной физики, кандидат физико-математических наук, доцент.

Yuriy A. Semenov —
Moscow Institute of Physics and Technology (State University).

IT-экономика в 2016 году и через 10 лет

IT-Economy in 2016 and in 10 Years

Компьютерная аналитика

Одним из лидеров в IT является компьютерная аналитика. Это связано с тем, что ни один эксперт не может просмотреть весь объем имеющихся данных. Эффективности компьютерной аналитики способствует широкое применение методов глубокого обучения. В науке число публикуемых материалов имеет такой объем, что если кто-то решит прочесть все, у него не останется времени для работы.

Эксперты компании *Gartner* утверждают, что ближайшие пять лет ознаменуются 50-процентным ростом аналитических исследований (когнитивный компьютинг) с привлечением искусственного интеллекта. Отдельным направлением исследований будут разработки для медицинских целей. Компания *IBM* на аналитике (плюс компьютер *Watson*) зарабатывает десятки миллионов долларов в год. В сентябре 2016 г. было заключено соглашение о сотруд-

УДК 004:338

IT — наиболее динамично развивающаяся отрасль экономики, где товаром является информация: описания технологий, компьютерные программы и услуги, цифровой мультимедийный материал, электронные книги, патенты и т.д. Платежные средства также представляют собой разновидность информации.
Если раньше период смены технологических укладов составлял сотни лет, теперь это происходит за время жизни одного человека.
Компания *Gartner* провела опрос и опубликовала список приоритетных направлений развития IT в 2017 г.: искусственный интеллект и глубокое обучение; интеллектуальные приложения; интеллектуальные вещи; виртуальная и дополненная реальность; цифровые двойники (динамические программные модели реальных объектов и систем); блокчейн (криптовалюты) и распределенная расходная книга; разговорные системы; сетевые приложения и архитектура; цифровые платформы; адаптивная архитектура безопасности.

Ключевые слова
Компьютерная аналитика, суперкомпьютеры, искусственный интеллект, «умное» оружие, интернет вещей.

ничестве между *IBM* и *Finnish Funding Agency for Innovation* в области цифровой медицины. В 2017 г. в Хельсинки в штаб-квартире *IBM* будет создан центр *Watson Health*.

Компьютер *Watson* компании *IBM* использован для выявления случаев неэффективности лекарственных противоонкологических средств из-за геномной предрасположенности пациента [1]. В настоящее время реализуется 30-миллионный проект по выявлению того, почему для некоторых пациентов лекарства против рака оказываются неэффективными.

Российская авиакомпания *Aeroflot* приобрела у компании *IBM* пакет аналитических программ. Эти программы будут использованы для выявления тенденций и склонностей клиентов и для оптимизации сети маршрутов. Для обработки используются данные из более чем 300 источников. Практически все системы компьютерной аналитики работают с большими объемами данных.

Исследовательская лаборатория *ARL* армии США планирует использовать в своих разработках в 2015–2030 гг. суперкомпьютер вычислительной мощностью 100 петафлопс [2]. Компьютер будет применен и для информа-

Если раньше период смены технологических укладов составлял сотни лет, теперь это происходит за время жизни одного человека.

IT is the fastest growing sector of the economy, where information is the product: description of technologies, software and services, digital multimedia material, e-books, patents, etc. Payment systems also represent a kind of information.
If previously the period of technological structures change constituted hundreds of years, now it happens during one person's life.
Gartner company conducted a survey and published the list of priority directions of IT development in 2017: artificial Intelligence and deep learning; intelligent applications; intellectual things; virtual and augmented reality; digital counterparts (dynamic program models of real objects and systems); blockchain (cryptocurrency) and distributed expenses book; conversational systems; network applications and architecture; digital platforms; adaptive security architecture.

Keywords
Computer analytics, supercomputers, artificial intelligence, "smart" weapons, the Internet of things.

ционной аналитики. В будущем это направление разработок станет стратегическим.

Система с искусственным интеллектом может предсказать кражу данных путем сканирования сообщений *e-mail*. Токийская фирма *UBIC* создала программу, которая анализирует тексты почтовых сообщений и выявляет потенциальные угрозы кражи данных. Подозрение может вызвать процедура согласования цены на некоторую услугу. Японское патентное агентство намерено выдать патент *UBIC* на эту программу.

Компания *IDC* предсказывает, что в ближайшие годы рост инвестиций в компьютерную аналитику в мире будет составлять 11,7% ежегодно и к 2020 г. достигнет 203 млрд долл.

>> В настоящее время реализуется 30-миллионный проект по выявлению того, почему для некоторых пациентов лекарства против рака оказываются неэффективными.

Суперкомпьютеры

Суперкомпьютеры сегодня — это не просто вычислители, а генераторы новых данных. Одним из источников информации об окружающем мире стало моделирование объектов и процессов на суперкомпьютерах.

В Китае создан суперкомпьютер *Sunway TaihuLight* производительностью 93 петафлопс (самый мощный в мире на текущий момент), имеется перспектива увеличения его производительности до 125,4 петафлопса (*рис. 1*).

Компьютер создан на основе китайских чипов процессоров *ShenWei SW26010*. Эти 64-битные чипы содержат по 260 ядер каждый, что является мировым рекордом. Каждый такой чип имеет производительность 3 терафлопса. В новом суперкомпьютере использовано 10 649 600 процессорных ядер в 40 960 модулях. Компьютер имеет 1,3 петабайта памяти и потребляет 15,3 МВт, что меньше 17,8 МВт для *Tianhe-2*.

Япония в 2017 г. планирует запустить машину производительностью 130 петафлопс и потреблением менее 3 МВт. Компания *Cray* разрабатывает суперкомпьютер *XC50*, в котором использованы сопроцессоры *Intel* и *Nvidia*, суперкомпьютер будет иметь производительность 500 петафлопс. В суперкомпьютерном центре Барселоны создается кластер производительностью 13,7 петафлопса. В США к 2019 г. планируется создание двух суперкомпьютеров экзафлопсного диапазона. Компьютеры будут иметь разную архитектуру. Стоимость каждой из машин составит от 200 до 300 млн долл. Использование компьютеров начнется в 2023 г. Новые машины будут в 50 раз быстрее существующих в США. Китай намерен построить подобный компьютер к 2020 г.

Современный суперкомпьютер может содержать более 100 000 узлов. При этом следует иметь в виду, что каждый из них имеет конечную надежность. В 2001 г. время наработки на отказ супер-ЭВМ равнялось пяти часам, а в 2012 г. — 55. Для 100 000-узлового компьютера только 35% активности будет приходиться на продуктивную работу. Остальное время займут формирование точек восстановления (*checkpoint*) и другие вспомогательные операции.

Искусственный интеллект (ИИ)

Одной из наиболее важных разработок IT для экономики в ближайшие годы будет оставаться искусственный интеллект.

Белый дом (США) считает искусственный интеллект критической технологией для будущего экономического развития страны.

Рисунок 1

Суперкомпьютер Sunway TaihuLight

Искусственный нейрон имеет размер 90 нм, но в перспективе он может быть уменьшен до 14 нм. Силиконовый образец размером с булавочную головку может включать в себя 256 кремниевых нейронов и блок памяти, который определяет свойства 262 000 синаптических соединений между ними. Конечной целью данной разработки станет система с 10 млрд нейронов со 100 трлн синапсов. В человеческом мозге содержится около 10 млрд нейронов. По оценкам специалистов, объем человеческой памяти составляет порядка 1–2,5 петабайта.

Современные суперкомпьютеры, уступая человеку по интеллектуальности, потребляют 200–1000 МВт, а человеческому мозгу заведомо достаточно 30 Вт. Нейро-программу *AlphaGo* обучили правилам игры в го, она какое-то время играла сама с собой, а потом обыграла чемпиона мира по го Ли Седоля и получила 3586 баллов рейтинга Эло.

Ученые из компании *Microsoft* и университета Вашингтона продемонстрировали возможность использования искусственной ДНК для архивного хранения данных [3]. В принципе такая память может хранить информацию тысячи лет. Если технология будет доведена по надежности, то суперинформационный центр *Walmart* может уменьшиться до размеров кусочка сахара.

По оценкам специалистов, объем человеческой памяти составляет порядка 1–2,5 петабайта.

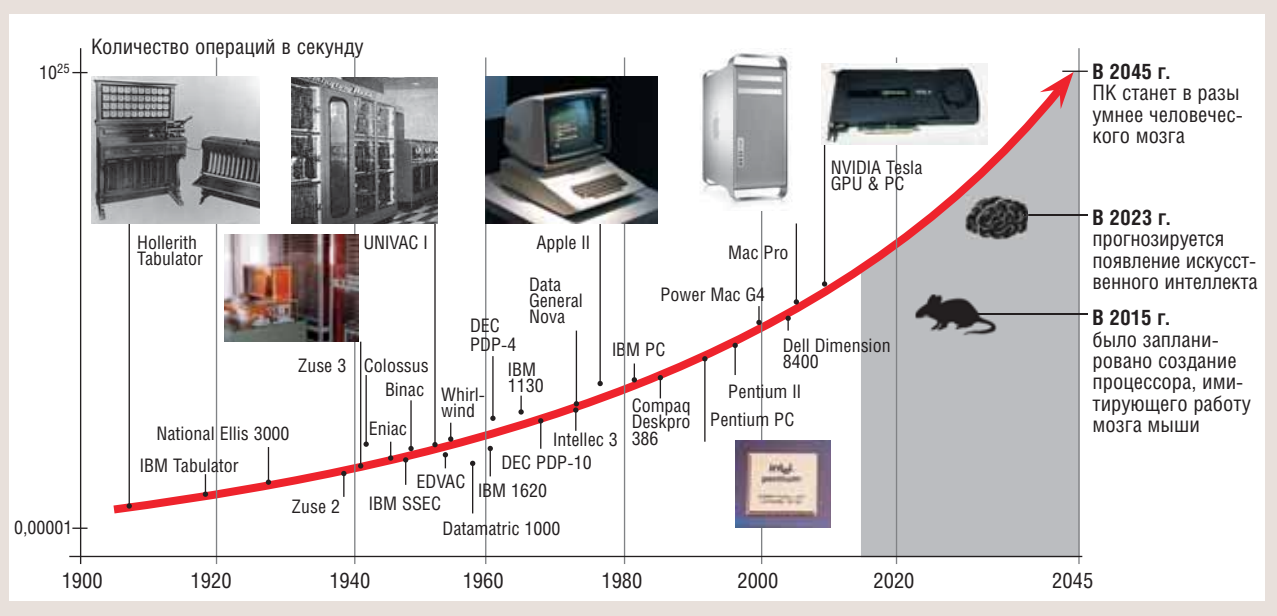
Компания *BenevolentAI* (Великобритания) пытается использовать средства искусственного интеллекта для разработки новых лекарственных препаратов.

Люди считают, что создание средств искусственного интеллекта решит многие проблемы, так как не нужно будет думать самим! Мы наделяем ИИ всеми достоинствами человеческого мозга и внутренне надеемся, что он будет лишен каких-либо недостатков. Но где гарантия, что искусственный интеллект не будет совершать те же ошибки, что и человек? Такой гарантии пока дать нельзя.

Прогноз предполагает, что быстродействия компьютера 10^{18} операций в секунду для получения искусственного интеллекта будет достаточно (*рис. 2*). Ожидается, что после 2045 г.

Рисунок 2

Развитие ВТ и перспективы создания искусственного интеллекта



произойдет технологический взрыв, последствия которого трудно предугадать.

Разброс прогнозов относительно того, когда компьютер станет обладать интеллектом, превосходящим человеческий, огромен (*рис. 3*). Даже если удастся создать рекордно экономичную машину с производительностью экзофлопсного уровня, она потребует в 100 000 раз больше энергии, чем мозг человека.

Вице-президент компании *Google* Диана Грин заявила, что, несмотря на существенный прогресс за последние годы, она не ожидает, что компьютер станет умнее человека за время ее жизни.

Проблема сингулярности в ИИ

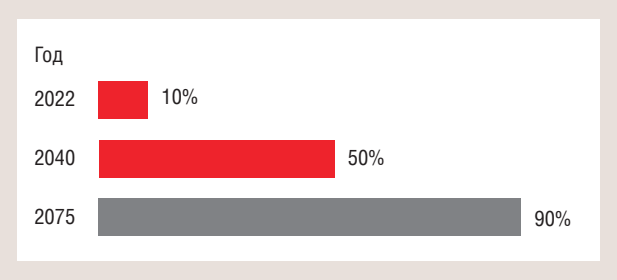
Чтобы стать профессионалом в своем деле, человеку нужно учиться как минимум 15–20 лет, компьютеру потребуется на это на порядки меньше времени. Эксперты полагают, что после 2045 г. компьютеры начнут сами себя проектировать.

28 сентября 2016 г. сформировано партнерство по проблемам искусственного интеллекта (*Partnership on AI*) между компаниями *Google*, *Amazon*, *IBM*, *Microsoft* и *Facebook*. Этот альянс будет изучать в том числе проблемы, которые возникают при создании интеллекта, превышающего человеческий (сингулярность).

Прогнозируется, что именно кремниевые потомки людей завоюют Вселенную. Ведь им не потребуются кислород, вода, питание, а только энергия. Некоторые эксперты считают, что со временем компьютеры смогут управлять человеческим обществом. На опасность искусственного интеллекта обратили внимание коммерсант Илон Маск, физик Стивен Хокинг и Стив Возняк (*Apple*). Многие полагают, что бояться здесь нечего, человек всегда может отключить компьютер от электропитания. Но компьютер с высоким интеллектом может без труда обеспечить питание от альтернативных источников.

Рисунок 3

Прогнозы для времени создания компьютера с искусственным интеллектом уровня человеческого (Chip 06/2016)



Компания *ARM TechCon* анонсировала процессоры размером меньше 1 мм. Новый чип *Cortex-M33* имеет площадь меньше 0,1 мм^2.

>> Современные суперкомпьютеры, уступая человеку по интеллектуальности, потребляют 200–1000 МВт, а человеческому мозгу заведомо достаточно 30 Вт. Даже если удастся создать рекордно экономичную машину с производительностью экзофлопсного уровня, она потребует в 100 000 раз больше энергии, чем мозг человека.

Прикладные проблемы ИИ

Согласно последним исследованиям *Microsoft*, современные системы искусственного интеллекта способны распознавать человеческую речь на профессиональном уровне. Число ошибок при распознавании у компьютера сегодня составляет 6,3% против 5,9% у человека.

В США обсуждается возможность запрета смертоносного оружия с искусственным интеллектом.

Директор компании Макдональд-Дуглас считает, что боевые самолеты следующего поколения будут беспилотными.

Идет разработка технологии 3D-печати для создания различных органов человека, включая сердце и печень, а также разработка элементов экзоскелета (*рис. 4*).

Тем временем в России

В ноябре 2015 г. российская компания *NTechLab* продемонстрировала высокую эффективность распознавания человеческих лиц. По эффективности программа *FindFace* обошла продукты *Google*, *Facebook* и 90 других команд в ходе соревнования, проходившего в университете Вашингтона. Компания использовала в своем продукте технику *deep-learning*. Программа *FindFace* компании *NTechLab* способна распознать лицо на фотографии среди 250 млн фотографий менее чем за полсекунды. Предполагается, что программа будет применена для распознавания лиц, фиксируемых 150 000 видеокамерами, размещенными в Москве.

Беспилотные транспортные средства

Google-car прошел без аварий более 1 300 000 миль (*рис. 5, слева*).

Рисунок 4

Искусственная рука

➢➢ Чтобы стать профессионалом в своем деле, человеку нужно учиться как минимум 15–20 лет, компьютеру потребуется на это на порядки меньше времени. Эксперты полагают, что после 2045 г. компьютеры начнут сами себя проектировать.

С 2040 г. все автомобили будут беспилотными. *Intel* инвестирует 250 млрд долл. в беспилотные автомобили. Такой автомобиль будет генерировать до 4 ТБ данных в день. Сегодня беспилотные транспортные средства уже используются для перевозки грузов (*рис. 6*).

Компания *Rolls-Royce* считает перспективными для транспортировки грузов автономные суда (*рис. 7*). В Дании создан небольшой флот самоуправляемых лодок, которые будут использоваться в качестве паромов с 2017 г.

«Умное» оружие

Владелец американской оружейной компании Джонатан Мосберг пытался подарить своей 21-летней дочери пистолет, от которого она отказалась. Дочь объяснила свой отказ тем, что нападающий может отнять его и использовать оружие против нее самой [4]. Тогда оружейник решил разработать «умное» оружие, которое не допустит подобного развития событий. Он вложил 5 млн долл. и 16 лет тому назад создал такое оружие. Тех-

Рисунок 5

Эволюция первого беспилотного автомобиля компании Google

Юрий Семенов

Рисунок 6

18-колесный беспилотный трейлер компании Otto доставляет 51 744 банки пива из форта Коллинс в Колорадо-Спрингс

Рисунок 7

Проект беспилотного транспортного корабля

Современные системы искусственного интеллекта способны распознавать человеческую речь на профессиональном уровне. Число ошибок при распознавании у компьютера сегодня составляет 6,3% против 5,9% у человека.

нология использует *RFID*. Для персонального управления оружием необходим специальный перстень, снабженный соответствующим датчиком. Другим решением является система считывания отпечатка пальца владельца. Технология применима для пистолетов и ружей (*рис. 8*).

Диагностика рака с помощью смартфона

Исследователи из университета Вашингтона разработали портативный спектрометр на основе смартфона *iPhone 5*, пригодный для диагностики рака с вероятностью до 99% [5]. Устройство (*рис. 9*) может анализировать до восьми образцов в оптическом диапазоне. Анализируется протеин, который является маркером для рака простаты, легких, груди, печени и кожи. Ожидается, что устройство будет стоить 150 долл.

Рисунок 8

«Умный» пистолет

Рисунок 9

Средство диагностики рака на основе iPhone 5

Квантовые компьютеры

Компания *D-Wave Systems* удвоила число кубит своего квантового компьютера и повысила его быстродействие в 1000 раз [6]. В следующем году компания начнет поставку компьютеров с 2000 кубит.

АНБ США разрабатывает квантовый компьютер, который сможет легко подбирать ключи к любому современному шифру. Программа разработки называется *Penetrating Hard Targets* и стоит 79,7 млн долл.

Рисунок 10

Динамика роста объема информации, накопленной человечеством за 2010–2020 гг.

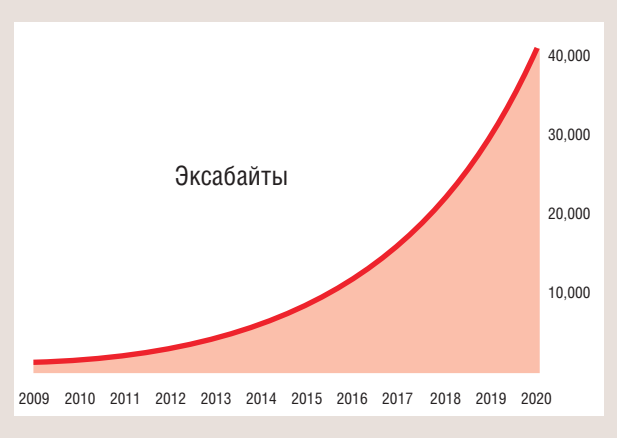
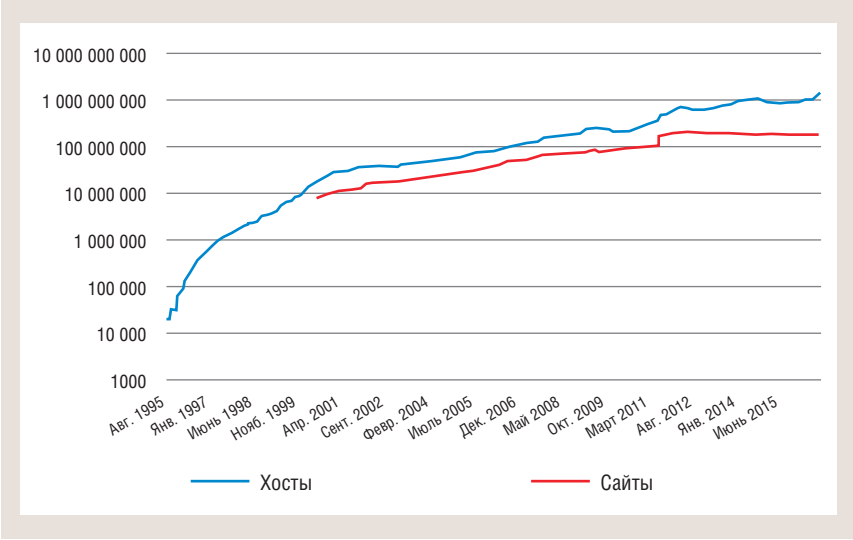


Рисунок 11

Рост числа web-серверов в мире по годам, по данным Netcraft



Microsoft подняла приоритет разработок квантового компьютера [7]. Компания намерена начать разработки как оборудования, так и программ. Предполагается создать квантовый компьютер, который будет способен решать любые задачи. На текущий момент по данной проблематике работают *IBM*, *D-Wave* и *Google*. Ожидается, что настоящий квантовый компьютер появится через 10 лет.

К 2020 г. объем данных, накопленных человечеством, достигнет 40 зеттабайт (1 ZB = 10^{21} байт) (*рис. 10*). Это открывает новые возможности и создает немалые проблемы.

В октябре 2016 г. зарегистрировано 1 429 331 486 web-серверов и более 5 млрд объектов в Интернете (*рис. 11*). В 2020 г. ожидается более 20 млрд объектов и еще примерно столько же от Интернета вещей.

Интернет вещей (*IoT*)

Сегодня число объектов *IoT* приближается к 2 млрд, к 2020 г. их число достигнет 30–50 млрд. На *рис. 12* представлена архитектура Интернета вещей.

DDoS-атака со стороны маленькой видеокамеры («черная» пятница)

Слабая защищенность объектов *IoT* делает их уязвимыми для хакеров. *DNS*-сервис провайдер *Dyn*, который стал жертвой крупномасштабной *DDoS*-атаки, провел расследование инцидента [8]. В результате хакерской атаки пострадали *Airbnb*, *Amazon Web Services*, *Boston.com*, *Box*, *FreshBooks*, *GitHub*, *GoodData*, *Heroku*, *Netflix*, *The New York Times*, *PayPal*, *Reddit*, *Shopify*, *Spotify*, *Twitter*, *Vox* и *Zendesk*. Атака включала несколько волн, базировалась на программном коде *Mirai* и продолжалась с 11.00 до 17.00. Использовались протоколы *TCP* и *UDP* и миллионы *IP*-адресов по всему миру. Мощность атаки составила 799 Гбит/с. Оценки показывают, что возможны атаки

Юрий Семенов

Рисунок 12

Архитектура мира IoT

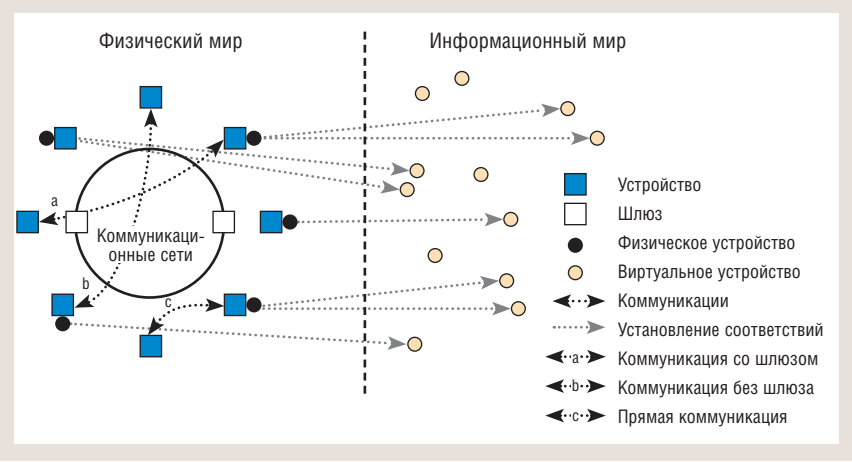


Рисунок 13

Миниатюрная видеокамера — причина самой мощной DDoS-атаки

с потоками до 1,5 Тбит/с. Такой мощности достаточно, чтобы подавить любого сервис-провайдера и всю сеть РФ. Особенности *IoT* позволяют разработать специфические меры для борьбы с атаками через такие объекты.

Китайская компания *Hangzhou Xiongmai Technology* отзывает 4,3 млн интернет-видеокамер из США.

Интернет-сообщество *MANRS* (*Mutually Agreed Norms for Routing Security*) предлагает меры для подавления *DDoS*-атак [9]. Члены — участники *MANRS* (42 члена из 21 страны) договорились использовать согласованные правила маршрутизации. Правила касаются фильтрации трафика и подавления фальсификации адреса отправителя.

Еще одним направлением развития IT-области является робототехника. Спрос на разработчиков программ для роботов стремительно растет. Первую в мире фирму по аренде роботов создали два человека из гаража в Нэшвилле. Ребята купили универсальный датский робот, способный выполнять относительно простые операции, и стали предоставлять его заинтересованным компаниям по цене 15 долл. за час.

Роботы все шире используются в быту (пылесосы, няни малолетних детей и др.). Актуальной становится проблема их безопасности. Помогая человеку, во многих случаях они будут отнимать у людей рабочие места. Так, в США ожидают, что к 2021 г. из-за роботов будет утрачено 6% рабочих мест.

>> Хорошим уровнем «безошибочности» считается 0,5 ошибки на 1000 строк кода, а в персональном компьютере используется более 50 млн строк кода. Это означает, что в машине на вашем столе ~25 000 программных ошибок!

Для цифровой экономики крайне важной является проблема безопасности. Сюда входит безопасность платежей и коммерческой информации, а также сохранность критических данных при использовании ненадежного оборудования и в условиях различных катастроф (наводнения, пожары). По этой причине к 2020 г. прибыли от средств сетевой и информационной безопасности превысят 100 млрд долл. при ежегодном росте, составляющем 8,3%.

В Великобритании считают, что к 2050 г. в стране потребуется дополнительно 21 000 IT-специалистов. В качестве источника таких специалистов там рассматривают Восточную Европу.

Компания *Armorway* намерена внедрять искусственный интеллект для аналитики в сферу кибербезопасности.

Еще одним аспектом безопасности являются программные ошибки. Сегодня хорошим уровнем «безошибочности» считается 0,5 ошибки на 1000 строк кода, а в персональном компьютере используется более 50 млн строк кода. Это означает, что в машине на вашем столе ~25 000 программных ошибок!

Стабильно успешно развивается использование облачных технологий, прогнозы на ближайшие 10 лет для данного сектора экономики весьма оптимистичны.

Для РФ развитие цифровых отраслей экономики наиболее рационально. Здесь мы располагаем всеми необходимыми методиками и знаниями, а каких-либо серьезных инвестиций в инфраструктуру не требуется. Среди технологических инновационных направлений IT можно быстро достичь успеха в области сетевой и информационной безопасности, в разработке средств минимизации программных ошибок, программ управления роботами и в компьютерной аналитике. Разработки в сфере компьютерной аналитики окупятся быстро.

ПЭС 16167 / 08.12.2016

Источники

1. Mearian L. IBM's Watson to use genomic data to defeat drug-resistant cancers // Computerworld. 2016. November, 10.
2. Patrizio A. U.S. Army plans for a 100 petaflop supercomputer // Computerworld. 2015. February, 25.
3. Mearian L. Scientists could use DNA to shrink a data center into a sugar cube // Computerworld. 2016. April, 11.
4. Mearian L. Efforts to restart smart-gun innovation could misfire again // Computerworld. 2016. October, 14.
5. Mearian L. New smartphone attachment can detect cancer// Computerworld. 2016. November, 2. URL: http://book.itep.ru/depository/newest_tech/New_smartphone_attachment_can_detect_cancer.htm.
6. Shah A. D-Wave will ship a 2,000-qubit quantum computer next year // IDG News Service. 2016. September, 20.
7. Shah A. Microsoft puts quantum computing higher on its hardware priority list // IDG News Service. 2016. November, 21.
8. Scroxton A. Dyn reveals details of complex and sophisticated IoT botnet attack // Computerworld. 2016. October, 27.
9. Fahmida Y.R. ISPs mind their MANRS to block DDoS attacks. InfoWorl. 2016. October, 14.

References

1. Mearian L. IBM's Watson to use genomic data to defeat drug-resistant cancers. *Computerworld*, 2016, November, 10.
1. Mearian L. IBM's Watson to use genomic data to defeat drug-resistant cancers. *Computerworld*, 2016, November, 10.
2. Patrizio A. U.S. Army plans for a 100 petaflop supercomputer. *Computerworld*, 2015, February, 25.
3. Mearian L. Scientists could use DNA to shrink a data center into a sugar cube. *Computerworld*, 2016, April, 11.
4. Mearian L. Efforts to restart smart-gun innovation could misfire again // Computerworld. 2016. October, 14.
5. Mearian L. New smartphone attachment can detect cancer. *Computerworld*, 2016, November, 2, available at: http://book.itep.ru/depository/newest_tech/New_smartphone_attachment_can_detect_cancer.htm.
6. Shah A. D-Wave will ship a 2,000-qubit quantum computer next year. *IDG News Service*, 2016, September, 20.
7. Shah A. Microsoft puts quantum computing higher on its hardware priority list. *IDG News Service*, 2016, November, 21.
8. Scroxton A. Dyn reveals details of complex and sophisticated IoT botnet attack. *Computerworld*, 2016, October, 27.
9. Fahmida Y.R. ISPs mind their MANRS to block DDoS attacks. *InfoWorld*, 2016, October, 14.