

Министерство образования и науки Российской Федерации
Коми государственный педагогический институт

В. П. Одинец

Зарисовки
по истории компьютерных наук

Рекомендовано УМО по математике педвузов и университетов
Волго-Вятского региона в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений

Учебное пособие (в трех частях)

Часть III

Сыктывкар
2013

УДК 004.93
ББК 32.975
О 42

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Коми государственного педагогического института от 25.12.2012 г.*

Рецензенты:

Флегонтов А. В. – д-р физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой информационных систем и программного обеспечения РГПУ им. А. И. Герцена (Санкт-Петербург), действительный член Академии информатизации образования;
Фокин Р. Р. – д-р педагогических наук, профессор кафедры «Прикладные ИТ» СПбГУСЭ (Санкт-Петербург), действительный член Академии информатизации образования

Одинец, В. П.

О 42 Зарисовки по истории компьютерных наук : учебное пособие : в 3 ч. / В. П. Одинец. – Сыктывкар: Коми пединститут, 2013. – Ч. III. – 150 с.

ISBN 978-5-87661-188-8

ISBN 978-5-87661-222-9 (Ч. II)

Материал книги основан на лекциях, прочитанных автором в разные годы частью в Зеленогурском университете (Польша), частью в Коми пединституте и Сыктывкарском государственном университете.

В трех главах дан обзор истории языков программирования, баз данных и информационно-поисковых систем, а также истории создания и развития операционных систем, хотя и продолжающий материал, изложенный в I части, но который можно читать и независимо. В трёх главах дан обзор истории компьютерных сетей, истории взаимодействия человека и компьютера, а также истории компьютерной графики. В Заключении приведена краткая история новой компьютерной науки – компьютерной музыки. Материал книги, хотя и продолжает материал, изложенный в частях I и II, но может читаться и независимо.

Книга рассчитана на студентов, преподавателей школ, колледжей и вузов, а также всех, интересующихся информатикой и ее историей.

**УДК 004.93
ББК 32.975**

ISBN 978-5-87661-188-8

ISBN 978-5-87661-222-9 (Ч. II)

© Одинец В. П., 2013

© Коми государственный педагогический институт, 2013

Оглавление

Предисловие	
Глава VII. Компьютерные сети	
Введение (к главе VII).....	
§ 25. Локальные компьютерные сети.....	
§ 26. Глобальные компьютерные сети.....	
Упражнения.....	
Глава VIII. Взаимодействие человека и компьютера (HCI)	
Введение (к главе VIII).....	
§ 27. Внутренний интерфейс.....	
§ 28. Внешний интерфейс.....	
Упражнения.....	
Глава IX. Компьютерная графика	
Упражнения.....	
Заключительные замечания	
Список литературы	
Именной указатель	
Предметный указатель	
Список иллюстраций	

Предисловие

Данная книга завершает трехчастное учебное пособие «Зарисовки по истории компьютерных наук» и, сохраняя преемственность нумераций глав и параграфов из частей I и II (см. [1; 2]), охватывает разделы 7, 8 и 9 американской классификации «Computer Science»¹.

Книга возникла на основе докладов и лекций, прочитанных автором в разные годы в Зеленогурском университете (Польша), а также Сыктывкарском университете и Коми пединституте. Материал собирался с 1991 г., во время преподавательской работы в США, Германии и Польше.

Стоит сразу предупредить, что книга охватывает далеко не всю историю указанных выше разделов. Связано это как с селекцией материала автором, что и отражено в названии книги, так и с временными ограничениями – в главах VIII и IX мы практически ограничиваемся временем до 90-х гг. XX века. Именно поэтому настоящая книга не может служить заменой учебников по каждому из данных разделов.

По сравнению с частями I и II структура данной части претерпела некоторые изменения: в последней главе «Компьютерная

¹ Напомним разделы этой классификации:

1. Вычислительная техника и архитектура компьютера.
2. Алгоритмы.
3. Искусственный интеллект.
4. Языки программирования.
5. Базы данных и информационно-поисковых систем.
6. Операционные системы.
7. Компьютерные сети (включая Internet).
8. Системы взаимодействия человека и компьютера (HCI).
9. Компьютерная графика.

графика» мы отказались от разбивки ее на параграфы, представив 4 направления истории: системы CAD/CAM, компьютерная анимация, интерактивные графические игры, язык PostScript.

В «Заключительных замечаниях» затронуты те разделы компьютерных наук, которые не сформировались ещё к 90-м годам в научные направления: речь идет и о компьютерной музыке, и о цветомузыке.

В конце книги кроме списка литературы, более чем в два раза расширенного по сравнению с литературой к части II, даны именной и предметный указатели. При этом именной указатель снабжен, по возможности, датами жизни.

Обо всех замечаниях и предложениях можно сообщить автору по e-mail W.P.Odyniec@mail.ru. Они будут учтены при переизданиях этой книги. В этой связи автор должен поблагодарить Г. М. Полотовского, приславшего фотографию (со стенда музея в Сарове) первого (наряду с С. Г. Крейном) советского программиста С. А. Авраменко. Теперь автору известно его имя и отчество: Сергей Александрович, но даты его жизни остаются до сих пор закрытыми.¹



С. А. Авраменко

¹ Можно только надеяться, что историей развития компьютерных наук в России озаботятся не только в Новосибирске [3; 4], Москве [5; 7] и Санкт-Петербурге [8; 10], но и ученые из других научных центров России. Впрочем, проведение конференции SORUCOM-2011 в сентябре 2011 г. в г. Великом Новгороде и издание её трудов («Развитие вычислительной техники и её программного обеспечения в России и странах бывшего СССР» : Вторая Международная конференция / отв. ред. А. Н. Томилин). – Великий Новгород: Изд-во НГУ, 2011. – 373 с.) внушает определенный оптимизм.

В заключение автор хотел бы выразить свою признательность рецензентам – профессорам А. В. Флегонтову и Р. Р. Фокину за ценные замечания, учтенные автором, а также поблагодарить доцента В. В. Бухвалову и профессора А. Б. Певного за пожелания к этой книге, по возможности реализованные автором. Автор благодарит также профессоров В. Ф. Зайцева, В. Г. Парфенова, И. В. Романовского и члена-корреспондента РАН профессора Р. М. Юсупова за постоянную поддержку и помощь.

Глава VII. Компьютерные сети

Введение

Настоящая глава посвящена истории обмена информацией на базе компьютерных сетей. Компьютерная сеть является некоторой реализацией графа-сети, часть вершин которой составляют пользователи, а часть – серверы или технические устройства, например накопители информации, спутниковые антенны, вышки-ретрансляторы и т. д.

История обмена информацией между людьми берет начало в глубокой древности, сначала как бесписьменный обмен (битьё в барабаны, позже – в колокола, зажигание костров¹, факелов и т. д.), а с возникновением письменности – в форме почтовой связи.²

При этом связь осуществлялась как по суше (конно и пеше), так и по воде, и по воздуху (голубиная почта) [11, Taube, s. 240–241].

¹ В трагедии «Агамемнон» древнегреческий поэт Эсхил (525–456 гг. до н. э.) описывает, как при помощи костров было передано сообщение о взятии Трои.

² В Египте регулярная почтовая связь появилась во времена Нового Царства (16–11 вв. до н. э.). Широко известно письмо Азирру Амирру египетскому фараону Эхнатону, датированное 1340 г. до н. э. [12, Postwesen, s. 1080–1081].

В Персии появление регулярной почтовой связи относят ко времени царствования персидского царя Кира II (550–529 гг. до н. э.). Этот факт приводит, в частности, Геродот (484–424 гг. до н. э.) [13].

В Древнем Китае при династии Чжоу (1100–256 гг. до н. э.) уже появилась регулярная почта, резко расширенная в период первой китайской империи при династии Цинь (221–206 гг. до н. э.) и особенно – при династии Хань (206 г. до н. э. – 220 г. н. э.) [14].

В Древней Индии в долине Инда в 3–2 тысячелетии до н. э. существовало развитое рабовладельческое государство Хараппа, не уступавшее в своем развитии государствам Египта и Месопотамии и имевшее тесные торговые и культурные связи с Ираном и Средней Азией [15].

В России почта возникла почти сразу же после создания в 862 г. Древнерусского государства. В «Повести временных лет» упоминается 885 год, когда князь Олег¹ послал родимичам гонца с вопросом. С 984 г. уже при первом великом князе киевском Владимире I Святославиче² появляется регулярная почта, «повоз» – повинность для населения выставлять лошадей с повозками для княжеских гонцов [17, с. 352].

С 1266 г. появились правила проезда гонцов по русским землям, а от татар пришло новое название почты: «ямская гоньба».³

В 1794 г. на линии Париж – Лилль (длина 225 км) заработал первый оптический телеграф братьев Клода и Игнация Шаппов.⁴

В 1824 г. по проекту Пьера Шато, ученика К. Шаппа, действующий оптический телеграф был построен и в России. Он соединял Санкт-Петербург и Шлиссельбург (длина 60 км). А уже в

¹ Олег стоял во главе Древнерусского государства после смерти Рюрика в 879 г., вначале в Новгороде, а с 882 по 912 г. – в Киеве.

² Владимир I Святославич правил с 980 по 1015 г. После крещения (в 988 г.) принял имя Василий [16, с. 39].

³ «Ям» – тюркск. – почтовая станция в России в 13–18 вв. [18].

⁴ Клод Шапп (Claude Chapp: 1763–1805) – французский изобретатель одного из видов оптического телеграфа, названного им семафором и представленного на рубеже 1791/92 гг. Национальному Собранию Франции, по постановлению которого и была построена первая линия с передающими башнями. Его старший брат Игнаций Шапп (Ignace Charpe: 1760–1829) не только помогал брату при строительстве первой линии, но стал с 1794 г. главным директором французских телеграфов. В 1824 г. он выпустил в Париже книгу об истории создания телеграфа: «Histoire de la télégraphie», защитив в ней брата от несправедливых обвинений в плагиате, приведших К. Шаппа к самоубийству. Хотя у К. Шаппа и были предшественники – Дж. Амонтонс (Guillaume Amontons: 1663–1705), Р. Гук (Robert Hook: 1635–1705), И. Бергштрёссер (Johann Bergströsser: 1732–1812), он привнес множество технических новинок при строительстве оптического телеграфа, и, самое главное, это был действующий весьма эффективно вид связи, поэтому К. Шапп по праву считается создателем первого оптического телеграфа [20]. Интересно, что узнав об оптическом телеграфе К. Шаппа, Иван Петрович Кулибин (1735–1818) по заданию Екатерины II создает проект оптического телеграфа, аналогичный семафору К. Шаппа, но со своей оригинальной кодировкой по слогам. К сожалению, после смерти Екатерины II об этом проекте И. П. Кулибина забыли [21].

1839 г. по проекту того же П. Шато была построена самая длинная (1200 км) на тот момент линия оптического телеграфа, соединившая Зимний дворец в Санкт-Петербурге и Королевский замок в Варшаве. Всё расстояние (с учетом того, что на трассе было 149 башен – передающих/принимающих станций) сигнал проходил менее чем за 20 минут [19].

Идея строительства электрического телеграфа¹ как электростатической линии связи пробивала себе дорогу всю вторую половину 18 века. Из наиболее успешных опытов можно отметить опыты испанского врача и изобретателя Дона Франциско Сальва (Don Francisco Salva y Campillo: 1751–1828) в 1795–96 гг.² В 1804 г. им был построен электрохимический телеграф с 26 сосудами с электролитом (по числу букв латинского алфавита). При передаче сообщения (т. е. действию тока) в сосуде, соответствующем передаваемой букве, подымались пузырьки, позволяя записать эту букву [23].

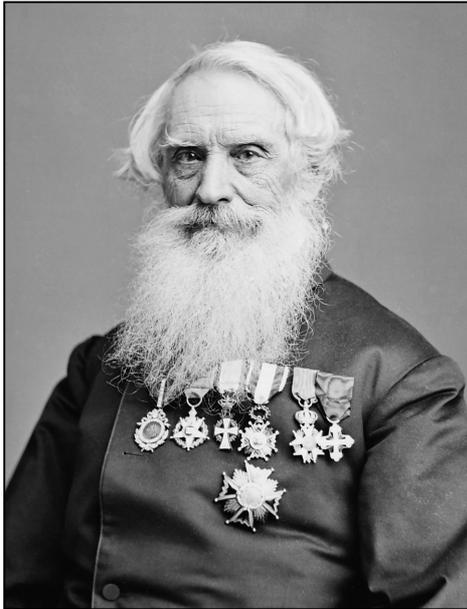
В 1809 г. этот телеграф был усовершенствован знаменитым немецким ученым С. Т. Зёммерингом (von Sömmerring Samuel Thomas: 1755–1830)³ [24].

До 1839 г. было предложено около 50 различных систем телеграфов.

¹ Идею электрического телеграфа предложил в 1753 г. шотландец Чарльз Моррисон (Morrison Charles), опубликовавший эту идею в заметке в журнале «Scots Magazine», датированной 1 февраля 1753 г. и подписанной лишь инициалами «С.М.». Ч. Моррисон занимался в Глазго торговлей табаком. Позже эмигрировал в Вирджинию, где и умер. Расшифровал эти инициалы в 1859 г. сэр Давид Брюстер, написавший ранее, в 1855 г., серию статей об электрическом телеграфе в «Nord British Review» [22, с. xxii, 545].

² О результатах своих опытов Ф. Сальва сообщил 16 декабря 1795 г. в Академии Барселоны [23].

³ С. Т. Зёммеринг родился в Торуня, учился в Гёттингене и был не только известным врачом, но и анатомом, антропологом, палеонтологом (впервые в 1812 г. описавшим «Птеродактиля») и изобретателем [25].



Сэмюэль Морзе

К 1837 г. относится появление телеграфного аппарата Сэмюэля Морзе (Morse Samuel Finley Breese: 1791–1872)¹ с неравномерным кодом (для более часто встречающихся в английском языке букв – более короткий код), называемым азбукой Морзе.

Недостатком (при очевидной простоте телеграфного аппарата) была низкая пропускная способность линии из-за малопроизводительного буквопечатающего аппарата [23; 27].

В России в октябре 1832 г. в Санкт-Петербурге П. Л. Шиллингом² был продемонстрирован электромагнитный телеграф со

¹ С. Морзе, родившийся в семье влиятельного кальвинистского пастора и известного географа, Дж. Морзе (1761–1826), получил хорошее образование, обучаясь первоначально в Академии Филлипса (штат Массачусетс), а затем – в колледже в Йеле, где слушал, в частности, лекции по электричеству Бенджамина Силлимана (В. Silliman) и Джереми Дэя (J. Day). Увлечение сына с юношеских лет живописью склонило, не без сомнений, родителей С. Морзе к решению послать сына в 1811 г. на три года в Англию для изучения живописи. Так С. Морзе стал профессиональным художником. В 1825 г. он организует в Нью-Йорке Национальную Академию живописи (National Academy of Design) и избирается её первым президентом. В 1835 г. С. Морзе становится профессором начертательных искусств в университете Нью-Йорка. В 1836 г. он знакомится с описанием электрического телеграфа, изобретенного и построенного в 1833 г. немецким физиком В. Вебером (Weber Wilhelm Eduard: 1804–1891) при помощи великого немецкого математика и астронома К. Гаусса (Gauss Carl: 1777–1855), соединившего в Гёттингенском университете физический кабинет с обсерваторией. С этого момента С. Морзе почти все свое время посвящает изобретательству [26; 28].

² Барон Павел Львович Шиллинг (Paul Schilling von Cannstatt: 1786–1837) родился в Ревеле (ныне Таллин) в семье Л. Ф. Шиллинга, командира пехотного полка, балтийского немца по происхождению. Первоначальное образование П. Л. Шиллинг получил в кадетском корпусе, который окончил в 1802 г. С 1803 до лета 1812 г. служил переводчиком в русском представительстве в Мюнхене. В 1805 г. он знакомится с С. Т. Зёммерингом и увлекается идеей постройки электрического телеграфа. Осенью 1812 г. П. Л. Шиллинг разработа-

стрелочной индикацией сигналов фактически двоичного кода. После смерти П. Л. Шиллинга его телеграф усовершенствовал Б. С. Якоби¹, создав к 1850 г. оригинальное буквопечатающее устройство.

Лучшим, однако, оказался буквопечатающий аппарат Д. Э. Хьюза (David Edward Hughes: 1831–1900)², созданный в 1854 г. Уже через 11 лет Д. Э. Хьюз устанавливает свои аппараты на линии Санкт-Петербург – Москва.

тывает и реализует в Петербурге метод электрического подрыва мин. В 1813–1814 гг. он участвует в войне против Наполеона (награжден саблей «За храбрость»), а осенью 1814 г. возвращается на службу в Министерство Иностранных дел Российской Империи, не оставляя эксперименты с электричеством. Параллельно в эти же годы он занимается изучением восточных языков (в первую очередь, китайского). Под его руководством к 1818 г. была построена первая в России литографическая мастерская, изготавливавшая для армии топографические карты и воспроизводившая китайские рукописи. В 1828 г. П. Л. Шиллинг избирается членом-корреспондентом Российской Академии Наук отделения литературы и древностей. После демонстрации (в 1832 г.) своего усовершенствованного телеграфного аппарата в России (в том числе Николаю I) П. Л. Шиллинг едет в Берлин и показывает (в 1833 г.) свой аппарат Александру фон Гумбольдту (Alexander von Humboldt: 1769–1859). В России с конца 1832 г. началось строительство первых линий электро-телеграфной связи, прерванное смертью П. Л. Шиллинга в 1837 г. [29].

¹ Якоби Борис Семёнович (von Jacobi Moritz Herman: 1801–1874) родился в богатейшей еврейской семье Симона Якоби – личного банкира Прусского короля Фридриха Вильгельма III (Friedrich Wilhelm III: 1770–1840). Учился в Берлинском и Гёттингенском университетах, изучая физику. Позже работал архитектором вначале в Берлине, а с 1834 г. – в Кёнигсберге, где с 1826 г. был профессором университета его младший брат, выдающийся математик Карл Якоби (Carl Gustav Jacob Jacobi: 1804–1851). В 1834 г. Б. С. Якоби строит первый в мире электродвигатель с непосредственным вращением рабочего вала. В 1835 г. Б. С. Якоби был приглашен профессором гражданской архитектуры в университет в Дерпт (ныне Тарту). Приняв в 1837 г. российское подданство, Б. С. Якоби в 1838 г. стал автором замечательного открытия – гальванопластики, за что в 1840 г. удостоивается Демидовской премии. В 1847 г. Б. С. Якоби избирается ординарным академиком Российской Академии наук и до конца жизни заведует Физическим кабинетом Академии Наук в Петербурге [30; 31].

² Дэвид Хьюз (до 1991 г. писалось Юз) родился в Лондоне, а в возрасте 7 лет вместе с родителями переехал в США, где стал физиком-экспериментатором. В 1865–67 гг. работал в России, а в 1867 г. Д. Хьюз вернулся в Лондон. В 1878 г. он изобрёл угольный микрофон, а в 1881 г. – индукционные весы [33].



Б. С. Якоби



П. Л. Шиллинг

Еще через 9 лет (в 1874 г.) французский инженер Э. Бодо (Émil Vaudot: 1845–1903)¹ изобретает телеграфный аппарат, позволявший уплотнить телеграфные линии, положив в основу пятизначный код [19]. Правда, идея уплотнения принадлежала поданному Российской Империи, лауреату Демидовской премии за создание «счислителя» (см. [1, с. 46–50]) Хаиму-Зелику (Зиновию Яковлевичу) Слонимскому (1810–1904) [34], предложившему в 1858 г. метод квадруплексного телеграфирования².

Добавим, что ещё до регистрации в 1874 г. патента Э. Бодо русский изобретатель профессор Харьковского университета Ю. И. Морозов в 1869 г. предложил использовать для одновременной передачи нескольких сообщений по одному проводу переменный ток. Кстати, проблема предварительной фиксации информации была решена

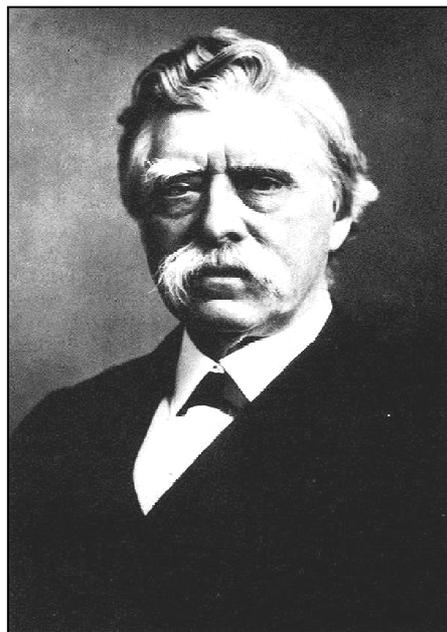
¹ Патент № 103.898 от 17 июня 1874 г. «Système de télégraphie rapid» [32, с. 394–395].

² Квадруплекс (от лат. *quadruplex* – четвертной) – метод телеграфирования, позволяющий по одному проводу вести одновременно передачу двух различных телеграмм и приём двух других телеграмм. В 1874 г. Т. Эдисон (Edison Thomas Alva: 1847–1931) предложил схему, практически совпадавшую со схемой Слонимского [28].

ещё в 1858 г. английским изобретателем сэром Ч. Уитстоном (Charles Wheatstone: 1802–1875), создавшим перфоратор для набивания дырок в бумажной ленте, соответствующих точкам и тире азбуки Морзе [23; 32]. Это, несомненно, был шаг вперёд по отношению к перфокартам Ж. Жаккара и Ч. Бэббиджа¹ (см. [1, с. 15, 20]).

Вернёмся в середину 19 века. В 1854 г. вице-инспектор парижского телеграфа Шарль Бурсель (Charles Bourseul: 1829–1912)² в парижском журнале «L'Illustration» написал о возможности передачи человеческого голоса с помощью электрических сигналов.³

Реальный прототип устройства, реализующего эту идею, принадлежит учителю математики, физики, химии и французского Филиппу Райсу (Philipp Reis:



Д. Э. Хьюз



З. Я. Слонимский

¹ Жозеф Жаккар (Jacquard Joseph Marie: 1752–1834); Бэббидж Чарльз (Babbage Charles: 1791–1871).

² Ш. Бурсель родился в Брюсселе (Бельгия).

³ В начале династии Сун (960–1279) китайский изобретатель Кунг-Фи создал (в 968 г.) «телефон по трубе» (thumtsein), передававший речь по трубе, содержащей резонаторы, на достаточно большие расстояния. Впрочем, еще в древнеегипетских храмах существовали системы скрытых труб для передачи звуков.



Филипп Райс

1834–1874). Первая версия устройства, названного им «телефон», была продемонстрирована 26 октября 1861 г. членам физического общества Франкфурта (на Майне) [35; 36].¹

В 1871 г. Американец итальянского происхождения Антонио Меуччи (Antonio Meucci: 1808–1889) патентует в U.S. Patent Office телефонное устройство. Однако в заявке на патент нет упоминания об электромагнитной передаче (transmission) звуков [37].²

А вот в заявке на патент родившегося в Эдинбурге (Шотландия) Александра Белла (Alexander Graham Bell: 1847–1922), поданной в феврале 1876 г. в тот же американский офис, это упоминание уже есть [27].³ Выданный А. Беллу патент датируется 7 марта 1876 г.

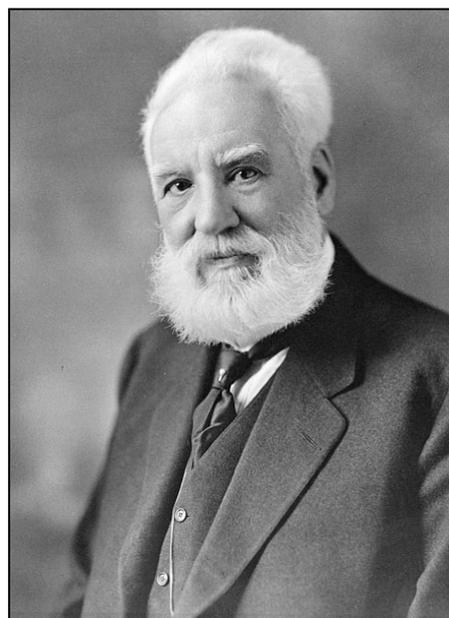
¹ К сожалению, туберкулез позволил Ф. Райсу проводить усовершенствование своего изобретения еще только в течение двух лет [36].

² Любопытно, что в 2002 г. Нижняя палата Конгресса США приняла резолюцию № 269, не поддержанную, впрочем, Сенатом, объявлявшую А. Меуччи создателем телефона (Bill Number H. RES. 269 for the 107th Congress).

³ Александр Белл родился (1847) в семье профессора А. Мелвилла Белла (Alexander Melville Bell), профессионального учителя глухонемых. Неудивительно, что и сам А. Белл стал учителем глухонемых. 1877 г., год основания Bell Telephon Company (BTC), был также годом его женитьбы на бывшей ученице школы для глухонемых Мэбел Хаббард (Mabel Hubbard: 1857–1923). Среди изобретений А. Белла до сих пор широко используются аудиометр (1879 г.), а также миноискатель (1881 г.). Основанная А. Беллом компания BTC внесла большой вклад не только в развитие телефонии, но и в развитие компьютерных технологий (см. [2]). Любопытно, что в 2012 г. группой студентов донецкой компьютерной Академии «ШАГ» были созданы перчатки, преобразующие жест в речь и тем самым позволяющие осуществлять коммуникацию глухонемых с обычными людьми, что реализовало давнюю мечту А. Белла [27, с. 43–52; 38].

Двумя часами позже, чем А. Белл, подал заявку на патент Илайша Грей (Elisha Gray: 1835–1901) [38]¹. Заявка И. Грея не была удовлетворена, и он подал жалобу в суд. В 1893 г. Верховный суд Соединенных Штатов Америки вынес решение в пользу А. Белла. В обосновании своего решения Верховный суд учел не только разницу во времени подачи заявок, но и то, что у А. Белла в заявке фигурировал уже реально действующий аппарат, а у И. Грея – только идея, хотя и другая. Добавим, что двухполюсный телефонный аппарат, позволивший вести переговоры на расстояниях, больших 350 км, впервые создал в 1882 г. русский изобретатель, выпускник (1870 г.) физико-математического факультета Петербургского университета Павел Михайлович Голубицкий (1845–1911) [19, с. 19–20].

В заключение приведем очень коротко информацию о предшественнике Wi-Fi, т. е. о радио как технической основе беспроводных сетей.



Александр Белл



П. М. Голубицкий

¹ И. Грей родился в штате Огайо в 1835 г. По окончании Оберлинского колледжа он стал заниматься экспериментами в области электричества. В 1867 г. запатентовал телеграфное реле с автоматической регулировкой. Им же был построен буквопечатающий аппарат собственной конструкции [38].



Генрих Герц

О передаче звука в период 1866–1880 гг. заявляли и американский дантист Махлон Лумис (Mahlon Loomis: 1826–1886) [39], получивший в 1872 г. первый в мире патент на беспроводную связь, и уже упоминавшийся выше Дэвид Хьюз, который получил в 1879 г. радиосигнал на телефонном приёмнике, соединённым с микрофоном, в результате действия искры индукционной катушки¹.

В 1888 г. выдающийся немецкий физик Генрих Герц (Heinrich Rudolf Hertz; 1857–1894)² экспериментально подтвердил электромагнитную теорию света великого шотландца Джеймса Максвелла (James Clerk Maxwell: 1831–1879) с помощью двух приборов, названных уже в 90-е гг. 19 века радиопередатчиком и радиоприёмником. В качестве радиопередатчика Г. Герц сконструировал прибор, названный позже вибратором Герца³, а в каче-

¹ В феврале 1880 г. Д. Хьюз продемонстрировал свое изобретение членам Королевского Общества, которые, однако, убедили Д. Хьюза, что речь идет лишь об индукции [33].

² Г. Герц родился в семье процветающего еврейского коммерсанта из Гамбурга Густава Фердинанда Герца (1827–1914), принявшего лютеранство. Г. Герц учился вначале в гимназии при университете Гамбурга, а позже в университетах Дрездена, Мюнхена и Берлина, где был учеником Густава Кирхгофа (Gustav Robert Kirchhoff: 1824–1887) и Германа фон Гельмгольца (Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz: 1821–1894). Последний был его научным руководителем при защите диссертации (1880) на степень доктора философии. В 1885 г. Г. Герц стал полным профессором университета в Карлсруэ, где и получил экспериментальное доказательство теории света Максвелла. Умер Г. Герц в возрасте 36 лет от заражения крови [40].

³ В основе вибратора Герца лежит катушка Румкорфа (Heinrich Daniel Ruhmkorff: 1803–1877) – преобразователь постоянного тока низкого напряжения в переменный ток высокого напряжения [41].

стве радиоприёмника – простейший резонатор: прямоугольную незамкнутую рамку с латунными шариками на концах и регулируемым искровым промежутком. Кроме подтверждения теории света Максвелла Г. Герц сделал вывод о возможности передачи энергии электрического и магнитного полей без проводов.

В 1890 г. французский изобретатель, физик, инженер, доктор медицины Эдуард Бранли (Edouard Eugene Desire Branly: 1844–1940) создал прибор для регистрации электромагнитных волн, названный им радиокондуктором (позже – когерером)¹, и тем самым впервые в научный оборот вошло понятие радио [42].

Наконец, в 1891 г. серб Никола Тесла (Nikola Tesla: 1856–1943)², принявший в 1891 г. американское гражд-



Эдуард Бранли

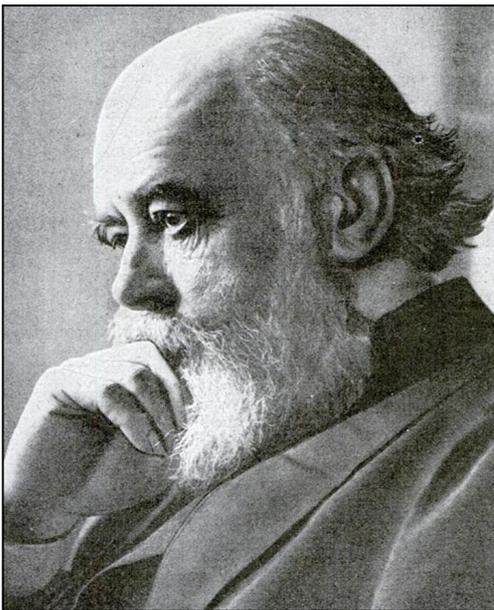
¹ Когерер (или трубка Бранли) – это стеклянная трубка, наполненная металлическими опилками, которые под воздействием радиосигнала резко меняют свою проводимость.

² Никола Тесла родился в 1856 г. в Австро-Венгрии в семье священника сербской православной церкви Милутина Теслы (1819–1879). В 1873 г. закончил Высшее реальное училище в г. Карловац, затем три курса Высшего технического училища в Граце, а также один семестр философского факультета Карлова университета в Праге. С лета 1881 до июля 1884 г. Н. Тесла работал инженером-электриком в Австро-Венгрии, Германии и Франции, затем один год в Нью-Йорке в компании Эдисона. Позже в Америке Н. Тесла основал свою компанию, занимавшуюся обустройством уличного освещения. Заработанные деньги тратил на исследования магнитных полей и высоких частот в созданной им лаборатории, просуществовавшей до пожара 1895 г. После 1895 г. Н. Тесла работал в разных городах Америки, не прекращая разнообразных экспериментов в области ВЧ-токов, вращающихся магнитных полей и теории резонанса. Теоретические работы Н. Теслы, а также сотни (!) патентов сделали его имя широко известным. Не случайно именем Теслы названа единица измерения плотности магнитного потока [43; 44].



Никола Тесла

данство, в ходе публичной лекции в городе Сент-Луис (на реке Миссисипи, штат Миссури) даёт описание принципов передачи радиосигнала на большие расстояния, а через 2 года, в 1893 г. патентует радиопередатчик и изобретает мачтовую антенну для передачи радиосигнала на дальние расстояния [43]. Итак, к 1893 г. радио не только изобретено, но и реально существует.



Оливер Лодж

Естественен вопрос: «А как же А. С. Попов или Гульельмо Маркони?»

Прежде, чем ответить на этот вопрос, упомянем ещё одну дату: 14 августа 1894 г. В этот день на публичной лекции в Музее Естественной Истории Оксфордского университета были продемонстрированы опыты по беспроводному телеграфированию, которые провели профессор физики и матема-

тики Университета Ливерпуля Оливер Лодж (Oliver Joseph Lodge: 1851–1940) и инженер Александр Мирхед (Alexander Muirhead: 1848–1920).

О. Лодж изобрёл собственный «прибор для регистрации приёма электромагнитных волн», т. е. радиоприёмник, состояв-



А. С. Попов



Д. А. Лачинов

ший из трубки Бранли, источника тока, реле и гальванометра [45]¹.

Что касается А. С. Попова, то на заседании Русского физико-химического общества 7 мая 1895 г. в ходе лекции «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям» он продемонстрировал прибор, схожий с прибором О. Лоджа, и воспроизвёл опыты О. Лоджа с электромагнитными сигналами. Если говорить о применении построенного А. С. Поповым радиоприёмника к метеорологии, то первым применил «разрядоотметчик Попова» уже в мае 1895 г. профессор Лесного института Д. А. Лачинов² [46].

18 декабря 1897 г. А. С. Попов на заседании Русского физико-химического общества передаёт первую в России радиограмму «Генрих Герц».

¹ В 1898 г. О. Лодж получил патент на принципы настройки на нужную станцию (в 1912 г. он продал этот патент компании Маркони). В том же 1898 г. им был изобретен динамический громкоговоритель. За свои научные достижения в 1902 г. О. Лодж был удостоен рыцарского звания [45].

² Лачинов Дмитрий Александрович (1842–1902) учился в Санкт-Петербургском университете, в Гейдельберге и Тюбингене, занимаясь физикой под руководством Гельмгольца и Кирхгофа. Д. А. Лачинов первый (ещё в 1880 г., в первом номере журнала «Электричество») сформулировал условия передачи электроэнергии на большие расстояния. Д. А. Лачинов – автор многих изобретений, например электролитического способа получения и производства кислорода и водорода. Не случайно в 1881 г. за свои изобретения он был удостоен в Париже ордена Почетного Легиона и бронзовой медали [46].



Гульельмо Маркони

При этом использовался вибратор Герца и приёмник собственной конструкции, построенный ещё в 1895 г. [47; 48].

Если говорить о Маркони¹, то, по его собственным воспоминаниям [49], он начал эксперименты по радиотелеграфии в 1894 г., а уже весной 1895 г. радиосигнал передавался им на 1.5 км. В июне 1896 г. Г. Маркони подаёт заявку на патент и в июле 1897 г. получает британский патент. Приёмник

Маркони фактически повторял приёмник А. С. Попова, но уже изначально подключённый к телеграфному аппарату. Передатчиком у Г. Маркони был вибратор Герца, усовершенствованный учителем Г. Маркони профессором Аугусто Риги (Augusto Righi: 1850–1921)². При этом передатчик был соединён с ключом Морзе. Безусловной заслугой Маркони является создание в июле 1897 г. акционерного общества «Marconi & C^o», основной задачей которого ставилось развитие радиотехники, и для работы в котором им было приглашено много видных ученых и инженеров. Итогом

¹ Г. Маркони (Guglielmo Marchese Marconi: 1874–1937) родился в Болонье в семье землевладельца (не маркиза!). Титул маркиза (marchese) был присвоен Г. Маркони королем Италии Эммануилом III (Vittorio Emmanuele III: 1869–1947; годы правления: 1900–1946) в 1924 г. Г. Маркони учился в Техническом институте в Ливорно, а в 20 лет поступил в Болонский университет. Под влиянием своего учителя, профессора физики А. Риги, он заинтересовался проблемой передачи электромагнитных волн. В 1896 г. в Великобритании впервые продемонстрировал свой аппарат [50].

² А. Риги в 1894 г. разработал новый тип генератора электромагнитных волн, а именно, сферический осциллятор сантиметровых волн. На основании экспериментов с этим генератором в Институте физики Болонского университета А. Риги показал, что радиоволны отличаются от световых волн только длиной волны [32; 48]. С 1896 г. А. Риги – иностранный член Петербургской Академии Наук.

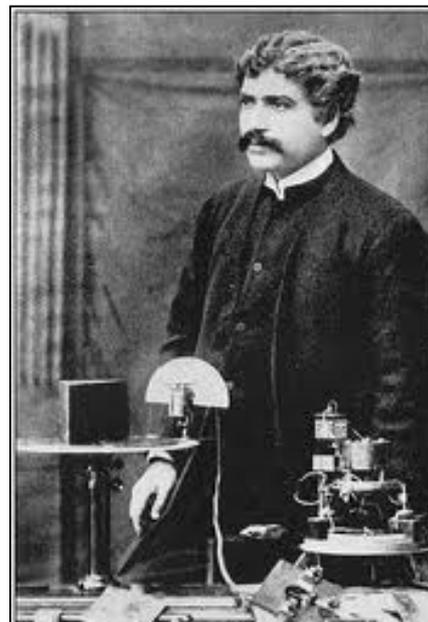
работы этой компании была трансатлантическая радиосвязь, установленная в 1901–1902 гг.

В 1909 г. Нобелевский комитет присудил Г. Маркони и К. Брауну¹ Нобелевскую премию по физике «в знак признания их заслуг в *развитии* беспроволочной телеграфии», но все не за открытие радио, как часто пишут в разных книгах с подачи самого Маркони (что привело к судебному процессу с Н. Теслой, который закончился в 1943 г. решением Верховного суда США, признавшим приоритет Н. Теслы в открытии радио).

Поскольку Нобелевская премия присваивается только живущим (и поэтому А. С. Попов в 1909 г. её получить уже не мог), а заслуги Н. Теслы, Э. Бранли, О. Лоджа или бенгальца сэра Джагадиш Чандра Боше (Jôgodish Chôndro Boshu: 1858–



Карл Браун



Джагадиш Чандра Боше

¹ Карл Фердинанд Браун (Karl Ferdinand Braun: 1850–1918) усовершенствовал передатчик Маркони, сделав возможной выборку частоты за счет включения конденсатора в контур, содержащий разрядник. Им же были изобретены (1897) «трубки Брауна», называемые катодными трубками. Браун учился в университетах Марбурга и Берлина. С 1895 г. он директор Института физики в Страсбурге. Под его руководством защитил докторскую диссертацию будущий советский академик-физик Леонид Исаакович Мандельштам (1879–1944) [51].

1937)¹ в развитии беспроводной телеграфии были никак не меньше заслуг К. Брауна, то решение Нобелевского комитета вызвало у многих ученых удивление.

Хотя К. Браун бесспорно заслуживал Нобелевской премии, например, за создание катодно-лучевой трубки (CRT) (или, как теперь принято говорить, электронно-лучевой трубки ЭЛТ). Впрочем, и в будущем подобное случится не один раз.

Заканчивая введение к главе VII, заметим, что для развития компьютерных сетей важную роль сыграло появление мониторов, связанное с развитием CRT-технологий, открытых К. Брауном, или, более общо, визуализация передаваемой информации. Но подробнее это будет обсуждено в § 27 следующей главы.

§ 25. Локальные компьютерные сети

Локальными сетями (local networks) ныне называют компьютерные сети, размещающиеся либо в одном здании, либо в одной организации [54, с. 35], администрируемые с помощью маршрутизации сообщений и содержащие в качестве узлов не только компьютеры, но и маршрутизаторы, коммутаторы, а также точки беспроводного доступа, модемы, сетевые адаптеры, беспроводные маршрутизаторы. Кроме того, в качестве узлов ориентированной сети могут использоваться конвертеры среды, усилители сигнала и специальные антенны.

¹ Сэр Джагадиш Чандра Боше (Босе) провел в ноябре 1894 г. в ратуше Калькутты публичную демонстрацию опытов по беспроводной передаче сигнала в миллиметровом диапазоне. При этом вместо «трубки Бранли» Д. Ч. Боше использовал придуманный им ртутный когерер, не требовавший встряхивания, о чем было сообщено в журнале «Электрик» (т. 36, декабрь 1895 г.). Д. Ч. Боше был первым, кто использовал полупроводниковые переходы для детектирования радиосигналов. В 1904 г. он первым из индусов получил патент в США [52; 53].

Локальная сеть одного предприятия называется *сетью предприятия* (enterprise networks).

Локальные сети бывают как проводные, так и беспроводные. Особым случаем локальной сети является *персональная сеть*, соединяющая компьютер с его периферийными устройствами.¹

Большинство сетей организованы в наборы уровней. Между каждой парой смежных уровней находится *интерфейс*, определяющий набор примитивных операций, предоставляемых нижним уровнем верхнему.

Напомним, что связи в компьютерных сетях делятся на две категории: использующие соединения от узла к узлу (т. е. без проблемы очередности передаваемой информации) и ширококвещательные каналы (т. е. каналы с выбором очередности передачи информации будь то пользователь или компьютер)².

Локальные сети, как правило, являются ширококвещательными каналами. Протоколы, использующиеся при определении очередности передачи информации, принадлежат к подуровню канального уровня, называемому *MAC* (Medium Access Control) – *управление доступа к среде*.

Создателем *чистого MAC* является профессор университета на Гавайях Норман Абрамсон (Norman Abramson: 1932)³, разра-

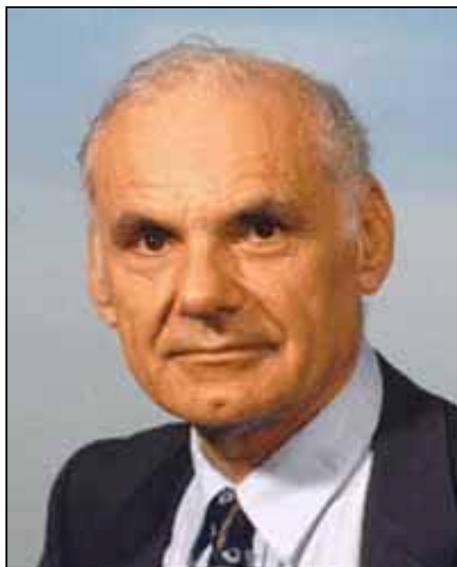
¹ Подробнее о персональной сети мы поговорим в следующей главе.

² Ширококвещательные каналы часто называют *каналами с множественным доступом* (multi-access channels) или *каналами с произвольным доступом* (random access channels) [54].

³ Н. Абрамсон родился в Бостоне в 1932 г. Степень бакалавра по физике получена им в 1953 г. в Гарварде, степень магистра физики – в 1955 г. в Калифорнийском университете в Лос-Анжелесе (UCLA), а степень Ph. D. инженера-электрика в 1958 г. в Стэнфордском университете. В 1968–1994 гг. был профессором Университета на Гавайях одновременно двух специальностей – инженерной электротехники и компьютерных наук и, кроме того, был директором Aloha System [55].



Норман Абрамсон



Ларри Робертс

ботавший к концу 60-х гг. систему ALOHA¹. Добавим, что *чистая* система ALOHA отличается от *дискретной* темы ALOHA тем, что время в ней тается непрерывным (т. е. кадры даются в произвольное время), а в дискретной версии время делится на дискретные интервалы, в которые и должны уместиться все кадры.

Создателем дискретной системы ALOHA является Ларри Робертс (Lawrence Gilman Roberts: 1937) (подробнее о Л. Робертсе ещё будет речь дальше, когда будем говорить о создании ARPANET [56]).

Дискретная система, появившаяся в 1972 г., позволила удвоить производительность системы ALOHA. Последующие 7 лет были направлены на повышение производительности канала за счет взаимного учета поведения пользователей. Протоколы множественного доступа, в которых станции прослушивают среду передачи данных и действуют с учетом этого, называют **прото-**

колами с контролем несущей. К их числу относят, в частности, протоколы с ограниченной конкуренцией, протокол адаптивного прохода по дереву и протоколы беспроводных локальных систем.

¹ N. Abramson. The aloha system – another alternative for computer communication // In Proc. 1970 Fall Joint Computer Conference. – AFIPS Press, 1970. – P. 281–285.

В США по этой проблематике наиболее интенсивно шли исследования в Калифорнийском университете в 70-е гг. XX в. Назовем только двух исследователей: Леонарда Клейнрока (Leonard Kleinrock: 1934)¹ и приехавшего из Франции в 1970 г. Фуада Тобаги (Fouad A. Tobagi) [58]².



Леонард Клейнрок

В СССР этой же проблематикой занимался Институт проблем передачи информации АН СССР (ныне РАН). Его открытые публикации размещались в журнале «Проблемы передачи информации», который начал выходить в 1965 г. Среди работ, посвященных проблемам протоколов множественного доступа, опередивших

¹ Л. Клейнрок родился в Нью-Йорке в 1934 г. в скромной еврейской семье. После окончания школы в Бронксе (район Нью-Йорка) в 1951 г. поступил на факультет инженерной электротехники городского Университета Нью-Йорка. После получения степени бакалавра (в 1959 г.) поступил в MIT, где в 1959 и 1963 г. получил соответственно ученые степени магистра и Ph. D. по инженерной электротехнике и компьютерным наукам. Позже он переезжает в Лос-Анджелес, где в UCLA совмещает работу на факультетах инженерной электротехники и компьютерных наук. В 1991–95 гг. руководит факультетом компьютерных наук. В 1969 г. под его руководством студент Чарли Клайн (Charley Kline) 29 октября в 10.30 утра по местному времени передал первое сообщение в сети ARPANET. В 1988 г. Л. Клейнрок возглавил группу, представившую в Конгресс США рапорт о необходимости создания национальной исследовательской сети, что привело, в конечном счете, к созданию Интернета. В 2008 г. Л. Клейнрок был награжден Национальной медалью Науки [57].

² Ф. Тобаги получил в 1970 г. диплом инженера в парижской Ecole Centrale des Arts et Manufactures, а в 1971 и в 1974 г. – степени магистра и доктора соответственно в Калифорнийском университете, Лос-Анджелес (UCLA). Позже, в 1974–78 гг., Ф. Тобаги был ответственным руководителем в этом университете по развитию проекта ARPA. С 1978 г. Ф. Тобаги становится профессором Стэнфордского университета по двум специальностям: инженерная электротехника и компьютерные науки. В 1991 г. Ф. Тобаги в составе группы основывает сеть Starlight и до 1998 г. является ее техническим директором [57].



Фуад Тобаги



Пол Бэрэн

исследования на Западе, отметим работы Б. С. Цыбакова [59–61] (подробнее см. [62]).

Вернемся к истории локальных сетей. В США, как, впрочем, и в СССР, их создание проходило в условиях как закрытого, так и открытого доступа.

В США были созданы две компьютерные сети, которые различаются по доступу: Ethernet и ARPANET [54].

В 1962 г. в рапорте корпорации RAND, финансируемой Министерством обороны США, появились результаты изучения деятельности сети миникомпьютеров магистра-инженера Пола Бэрэна (Paul Baran: 1926–2011)¹ [63], хотя чаще идут ссылки на его рапорт 1964 г. [64]. Заключение фирмы AT&T для Министерства обороны США о работе П. Бэрэна было отрицательным, что на три года за-

тормозило создание локальных сетей в США. В СССР идея создания локальной сети была предложена еще в 1959 г. А. И. Кито-

¹ П. Бэрэн (имя при рождении Пейсах) родился в многодетной еврейской семье в 1926 г. в г. Гродно (тогда – Польша). В 1928 г. его родители вместе с детьми эмигрировали в США, где в Филадельфии его отец Моше (Morris) Бэрэн (1884–1979) открыл бакалейную лавку. В 1949 г. П. Бэрэн получил диплом инженера-электрика в Институте Технологии им. Дрекслея и сразу стал работать в компании Эккерта–Моучли по выпуску компьютеров. В 1959 г. П. Бэрэн получил степень магистра-инженера в UCLA и был принят в RAND Corporation, где проработал до 1968 г. В 1968 г. основал Институт для Будущего, где развивались сетевые технологии на основе изобретений Силиконовой Долины [65].

вым (1920–2005)¹, но, как позже и в США, эта идея была первоначально отвергнута.

Практическую реализацию создания локальной сети, основанной на идеях Нормана Абрамсона, осуществили Роберт М. Меткальф² (Robert M. Metkalf: 1946) и Дэвид Боггс³ (David R. Boggs: 1950) в Исследовательском центре фирмы Херох, где они после пребывания на Гавайях в 1973 г. стали работать с осени 1973 г. (см. [68]).

¹ Китов Анатолий Иванович родился в 1920 г. в Самаре. Участник Великой Отечественной войны. В 1952 г. защитил кандидатскую диссертацию «Программирование задач внешней баллистики ракет дальнего действия». Широкое признание в СССР и за рубежом получила написанная им совместно с Н. А. Криницким книга «Электронные цифровые машины и программирование», вышедшая в 1959 г. в издательстве «Наука». В 1963 г. защищает докторскую диссертацию. В 70-е гг. явился одним из создателей алгоритмического языка АЛГЭМ. Он был также главным конструктором АСУ «Здоровоохранение».

² Р. Меткальф родился в 1946 г. в Бруклине (Нью-Йорк). По окончании школы в 1964 г. Р. Меткальф поступил в MIT и в 1969 г. получил степени бакалавра электротехники и бакалавра управления промышленностью. Через год он получает степень магистра по электротехнике в Гарварде и там же продолжает исследования по этой тематике для получения степени Ph. D. После защиты диссертации (1973 г.) Р. Меткальф предполагает поступить на работу в фирму Херох, а в промежутки (летом 1973 г.) едет на Гавайи, где познакомившись с работой Н. Абрамсона, и создает (вместе с Дэвидом Боггсом) систему Ethernet. После ухода (в 1979 г.) из исследовательского центра фирмы Херох Р. Меткальф создает компанию по производству оборудования компьютерных сетей. В числе полученных Р. Меткальфом наград отметим медаль А. Белла [66].

³ Д. Боггс (David Reeves Boggs) родился в 1950 г. После окончания весьма известной средней школы Woodrow Wilson High School в Вашингтоне учился в Принстонском и Стэнфордском университетах, где в 1973 г. получил две магистерских степени: по радио и электротехнике. В 1982 г. он защитил в Стэнфорде докторскую диссертацию по электротехнике. Его диссертация называлась: «Internet Broadcasting». Покинув в 80-е гг. исследовательский центр фирмы Херох, Д. Боггс стал работать в исследовательской лаборатории DECWRL, где стал одним из основных разработчиков проекта создания видеоигр «Титан». В 1988 г. Д. Боггс был награжден премией IEEE компьютерного сообщества [67].



Роберт Меткальф

В центре они увидели набор прототипов персональных компьютеров, не связанных между собой. Создав локальную сеть с пакетной маршрутизацией, они назвали её системой Xerox Ethernet. В 1978 г. корпорация DEC (Digital Equipment Corporation) Intel и фирма Xerox разработали стандарт 10-мегабитного Ethernet, названный DIX standard. В 1983 г. этот стандарт превратился в стандарт IEEE 802.3.

Вернемся еще на несколько лет назад. В 1967 г. в маленьком городке Гетлинбурге (штат Теннесси) состоялся достаточно закрытый симпозиум ACM, посвященный принципам работы операционных систем [54, с. 73]. На этом симпозиуме британский ученый Дональд Дэвис (Donald Watts Davis: 1924–2000)¹ рассказал о компьютерной сети, создаваемой в Великобритании Нацио-

¹ Д. Дэвис родился в семье служащего угольной шахты в 1924 г. в маленьком городке Треорчи (Уэльс). Вскоре после смерти отца мать Дэвиса с детьми вернулась в отчий дом в Портсмуте, где он и пошел в школу. В 1943 г. он получил степень бакалавра по физике в знаменитом Imperial College в Лондоне. Там же в 1947 г. получил степень бакалавра по математике. В промежутке он работает ассистентом Клауса Фукса в Бирмингемском университете, участвуя в атомном проекте. В сентябре 1947 г. в рамках Национальной Физической Лаборатории (NPL) его включают в маленькую группу, руководимую Аланом Тьюрингом в проекте ACE (Automatic Computing Engine). Любопытно, что в процессе выполнения проекта Д. Дэвис находит ошибку в одной из ранних работ Тьюринга по созданию ленточного автомата. После ухода А. Тьюринга из лаборатории (в связи с уголовным преследованием (подробнее см. [1, с. 85–86]). Д. Дэвис завершает работу над проектом: компьютер Pilot ACE заработал в мае 1950 г.

В 1950–1966 гг. Д. Дэвис работает вне NPL над различными проектами, например, в 1958 г. он инициирует работу по автоматическому переводу с помощью компьютера технических текстов с русского языка на английский. В 1966 г. Д. Дэвис возвращается в NPL, чтобы осуществить свою идею (1965 г.)

нальной Физической Лабораторией (NPL), и о возможности успешной пакетной коммутации в процессе управления этой сетью. Доклад Д. Дэвиса, услышанный Ларри Робертсом, отвечавшим в ARPA в тот период за распределение программ, а значит и денежных средств, предоставляемых Министерством обороны США в рамках ARPA на научные исследования, фактически совпадал с тем, что предлагал ещё в 1962 г. Поль Бэрэн [63].



Дональд Дэвис

Напомним, что 4 октября 1957г. в СССР был запущен первый в мире искусственный спутник. И тогда в США под эгидой Министерства обороны была создана единая научная организация ARPA (Advanced Research Projects Agency)¹.

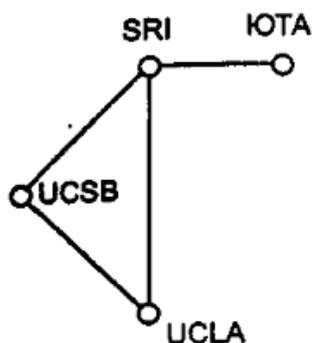
Через 10 лет Ларри Робертс², ставший одним из её распорядительных директоров (диспетчером программ), принимает ре-

создания локальной сети для компьютеров этой лаборатории. Поездка в MIT в 1967 г. укрепила уверенность Д. Дэвиса в важности задуманной им идеи. В августе 1968 г. на конференции в Эдинбурге Д. Дэвис подробно рассказал об идее пакетной маршрутизации. Её реализация была завершена в NPL в 1970 г. [69].

¹ ARPA = Управление перспективного планирования научно-исследовательских работ.

² Л. Робертс родился в 1937 г. в штате Коннектикут, где и окончил среднюю школу. Дальнейшее образование и ученые степени (бакалавра, магистра и Ph. D.) получены им в MIT по специальностям «математика» и «компьютерные науки». Процесс работы над своей докторской диссертацией Л. Робертс совмещал с работой в Лаборатории им. Линкольна в MIT, где проводились исследования по компьютерным сетям. С декабря 1966 г. Л. Робертс становится техническим директором ARPA, отвечающим за исследования по созданию компьютерной сети ARPANet. В 1967 г. на конференции в Ann Arbor (штат Мичиган) Л. Робертс представляет свою работу [70], суммирующую результаты по созданию ARPANET. В 1969 г. Л. Робертс становится директором

шение по строительству подсети с четырьмя узлами¹ с коммутацией пакетов, «где каждый хост имел бы собственный маршрутизатор» [54, с. 72–73]. Фундаментом этого решения послужило предложение эксперта Уэса Кларка (Wesley Allison Clark: 1927)², работавшего тогда для Университета штата Вашингтон.



Сеть ARPANET в 1971 г.
(см. [54], рис. 1.24a)

В декабре 1969 г. экспериментальная ARPANET была запущена.

Успех сети ARPANET в значительной степени связан с созданием электронной почты. Первую систему обмена текстовыми сообщениями в ARPANET создал Рэй Томлинсон (Raymond Samuel Tomlinson: 1937)³

ИРТО-подразделения ARPA, ответственного за развитие ARPANET. В 1971 г. Л. Робертсу было доверено послать первое официальное сообщение по электронной почте. (Создателем электронной почты является Рэй Томлинсон (см. конец параграфа)). После ухода из ARPA (в 1973 г.) Л. Робертс руководит созданием программного и технического обеспечения компьютерных сетей. Л. Робертс был отмечен многими наградами, в том числе медалью «Пионер компьютерных исследований» [56].

¹ Еще два узла – это подразделения Калифорнийского университета в Лос-Анжелесе и Санта-Барбаре (UCLA и UCSB), Исследовательский Институт Стэнфорда (SRI) и университет штата Юта.

² У. Кларк, один из создателей мини-компьютеров (предшественников персональных компьютеров), учился в Беркли и в MIT. В 1999 г. избран академиком Национальной Инженерной Академии США [71].

³ Р. Томлинсон родился в городке Амстердам (штат Нью-Йорк) в 1937 г. В этом же штате он окончил среднюю школу и поступил в городке Трой (Трой, штат Нью-Йорк) в Политехнический институт им. Ренселаера (RPI). В 1963 г. он получил там степень бакалавра электро-инженерии. В 1965 г. уже в MIT Р. Томлинсон получает степень магистра электро-инженерии. С 1967 г. он связан через компанию BBN (Bolt, Varanek and Newman) с созданием операционной системы для ARPANET Network Control Protocol. В 1971 г. он создает электронную почту. В 2012 г. Р. Томлинсон был удостоен постоянного места в Зале Славы Интернета [72].

Именно Р. Томлинсон разделил значком @ имя «кому» – слева от значка – от адреса «куда» – справа от значка. Этот значок использовался ещё древними римлянами для обозначения цены товара. Не случайно в англоязычных финансовых кругах его называют «э коммерческий».

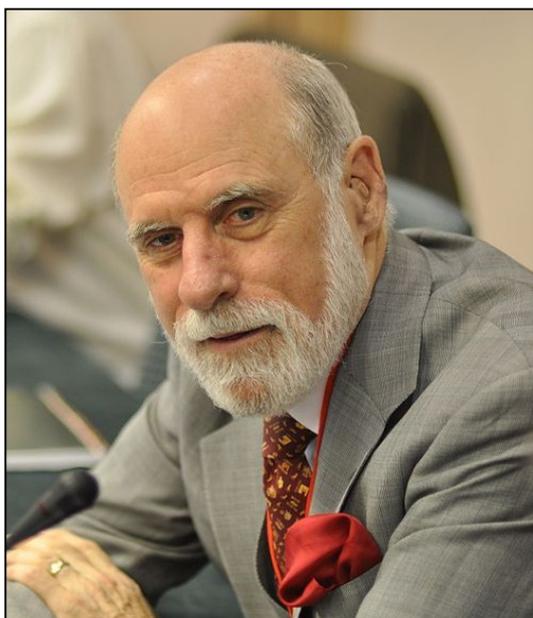
Фактически в 1971 г. Р. Томлинсон написал программу SNDMSG (Send Message), которая и легла в основу обмена текстовыми сообщениями сети ARPANET [72]. Уже в 1973 г. 75 % всего трафика ARPANET составляла электронная почта. Забегая вперед, добавим, что через 20 лет (т. е. в 1993 г.) появится сеть Netscape, в рамках которой возможно общение как голосовое, так и визуальное.

Создание сети ARPANET, её развитие и функционирование оказало влияние на решение Национального научного фонда США (NSF) начать в 1981 г. строительство собственной сети CSNET, положившей начало построению глобальных сетей.

§ 26. Глобальные компьютерные сети

Итак, в 1981 г. по инициативе Национального Научного Фонда (NSF) была создана сеть CSNET (Computer Science Network). Эта сеть соединила кафедры информатики многих университетов, а также научно-исследовательские лаборатории как университетов, так и некоторых корпораций с сетью ARPANET.

В конце 80-х гг. NSF решил создать преемника сети ARPANET, соединив для начала имевшиеся открытые суперкомпьютерные центры в городах Боулдер (Boulder), штат Колорадо; Шампейн (Shampaign), штат Иллинойс; Итака (Itaka), штат Нью-Йорк; Сан-Диего (San Diego), штат Калифорния; Питтсбург (Pittsburgh), штат Пенсильвания и Принстон (Princeton), штат



Винт Серф

Нью-Джерси). Как видно, эта сеть имела уже многие черты глобальной сети, охватывая территорию в несколько миллионов квадратных километров и протянувшись в нескольких часовых поясах. При этом сеть функционировала на основе протоколов TCP/IP¹. Впервые эти протоколы встречаются в сети ARPANET, а их описание впервые дано в 1974 г. в книге В. Серфа² и Р. Кана³ [73], которых не случайно называют «отцами» Интернета.

¹ TCP = Transmission Control Protocol; IP = Internet Protocol.

² Винт Серф (Vinton Gray Serf) родился в 1943 г. в New Haven (штат Коннектикут). После получения степени бакалавра по математике в Стэнфордском университете некоторое время работал в фирме IBM. Затем продолжил учебу в Калифорнийском университете (UCLA), где получил степени магистра (1970) и Ph. D. (1972), одновременно работая у профессора Л. Клейнрока над созданием ARPANET. Там же в UCLA В. Серф познакомился с Бобом Каном, который работал над аппаратным обеспечением ARPANET, и они вместе создали протоколы TCP и IP. Позже преподавал в Стэнфорде, был руководителем программ в Агентстве перспективных исследовательских военных проектов (DARPA), а в конце 80-х занимался развитием электронной почты. Кроме протоколов для Интернета В. Серф известен работами по мультипроцессорам и моделью вычислений на основе структуры графа (аналог российских блок-схем) [74]. Имеет много наград, включая и премию Тьюринга (2004 г., вместе с Р. Каном) [75]. В 2012 г. ACM избрало В. Серфа своим президентом.

³ Роберт («Боб») Кан (Robert Elliot Kahn) родился в 1938 г. в Нью-Йорке. Получив в 1960 г. степень бакалавра по электротехнике, продолжил учебу в Принстоне, где получил степени магистра (1962) и Ph. D. (1964). После защиты докторской диссертации Р. Кан работает в знаменитой Bell Labs фирмы AT&T, а позже преподает в MIT. С 1972 г. начинает работать по проекту ARPA и помогает В. Серфу в создании протоколов TCP и IP. После 13 лет работы в DARPA Р. Кан основывает в 1986 г. собственную корпорацию National Research Initiative (CNRI) и остаётся до 2009 г. её главой. Среди многочисленных наград, включая премию Тьюринга (2004) [75], отметим полученное Р. Каном звание почетного доктора Санкт-Петербургского Университета информационных технологий, механики и оптики (ИТМО) – всемирно известной кузницы победителей олимпиад по информатике (студентов и школьников).

В том же 1974 г. было создано первое коммерческое приложение ARPANET-Telnet, которое обеспечило доступ к удаленным компьютерам в режиме терминала.¹

В 1988 г. 19 региональных локальных сетей, создание которых также профинансировал NSF, были соединены с сетью суперкомпьютерных центров. Новая сеть была названа NSFNET. Она соединялась и с сетью ARPANET через узел в университете Карнеги-Меллона [54].



Роберт Кан

В 1990 г. владельцем сети NSFNET стала некоммерческая корпорация ANS (Advanced Networks and Services, Inc.), назвавшая усовершенствованную сеть ANSNET (просуществовала ещё пять лет). К этому времени (т. е. к 1995 г.) концепция единой магистрали заменилась коммерчески управляемой конкурентной инфраструктурой.

Заметим, что в эти же пять лет в Европе появилась сеть EUROPANET, явившаяся IP-магистралью для исследовательских организаций Европы.²

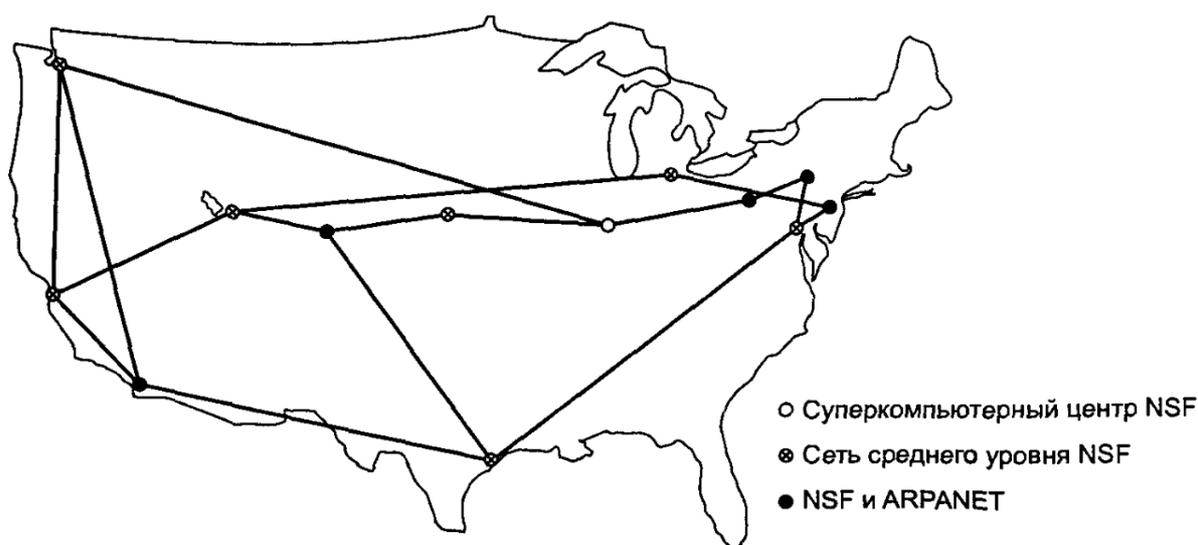
Поскольку самым дорогостоящим научным центром Европы в начале 90-х гг. XX века стал CERN³, то не случайно именно на его базе в 1994 г. в Женеве прошла первая конференция по созда-

¹ Фактически тогда Telnet использовался для удаленного доступа к интерфейсу командной строки операционных систем.

² Для будущего Евросоюза, который по замыслу его создателей должен был охватить всю Европу, кроме России, важное значение имело создание коммерчески ориентированной сети EBONE.

³ CERN (the European Organization for Nuclear Research) – это организация, созданная в 1954 г. в Женеве, на границе Швейцарии и Франции, для исследований в области ядерной физики.

нию и развитию «Всемирной паутины» Word Wide Web (WWW). В результате появился консорциум World Wide Web (W3) при Лаборатории информатики (LCS) MIT во главе с Тимом Бернерсом-Ли¹. Консорциум занимается созданием и внедрением стандартов для Интернета.



Магистраль сети NSFNET в 1988 году

(см. [54], рис. 1.25)

Вернемся в 1983 г. С 1 января вступили в силу единые Протоколы Обмена Данными (Transfer Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)²). И именно в этот год комитет Министерства обороны, наблюдавший за сетью ARPANET, был переименован в **Internet** Activities Board (IAB), т. е. в Совет по деятельности Интер-

¹ Т. Бернерс-Ли (Sir Timothy John Berners-Lee: 1955) родился в Лондоне в семье профессиональных математиков, участвовавших в создании одного из первых компьютеров «Manchester Mark I». В 1976 г. Т. Бернерс-Ли окончил Queen's College Оксфордского университета со степенью бакалавра первого разряда по физике. Далее была работа в разных фирмах, в том числе и полгода (с июня по декабрь 1980 г.) в CERN. В 1984 г. он приходит в CERN и работает там 10 лет до перехода в 1994 г. в MIT. В 2004 г. избирается профессором университета древнего города-порта Саутгемптон (основан в 43 г. н. э.) на юге Англии. В 2009 г Т. Бернерс-Ли избран иностранным членом Национальной Академии Наук США [76] .

² Не случайно именно этот день многие считают днём рождения Интернета как «сети сетей».

нета. С этого времени Интернет перестаёт быть только исследовательским проектом.

Впрочем, уже в 1989 г. комитет IAB разделяется на группу исследователей Интернета (IRTF) и группу проектирования Интернета (IETF). Кроме того, был формализован процесс стандартизации, при этом некоторые стандарты Интернета стали стандартами Министерства обороны США.

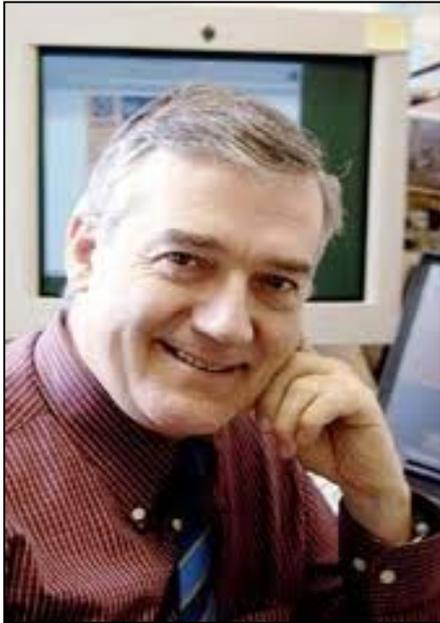


Тим Бернерс-Ли

Заметим, что в том же 1989 г. Т. Бернерс-Ли, работая в CERN, предложил глобальный гипертекстовый проект, известный ныне как «всемирная паутина», и этот проект был утвержден для реализации (см. [77]), предназначаясь первоначально для ученых из CERN.

Заметим, что, независимо от Тима Бернерс-Ли, систему гипертекста для доступа к документации CERN в том же 1989 г. предложил работавший в CERN с 1974 г. магистр в области компьютерных наук бельгиец Роберт Кайо.¹

¹ Р. Кайо (Robert Cailliau: 1947) родился в Бельгии в городке Тонгерен. В 1958 г. вместе с родителями переехал в Антверпен, где и закончил среднюю школу. Далее учился в Гентском университете. Получив в 1969 г. диплом инженера-электротехника, продолжил учебу в Мичиганском Университете (США). В 1971 г. получил степень магистра компьютерных наук и систем управления. С 1974 по 2007 г. работал в CERN. С 1994 по 2004 г. был членом Международного руководящего комитета «Всемирной паутины», отвечая за разработку и осуществление совместного с Европейской Комиссией проекта «Интернет для школ». Отметим также, что ещё 30 апреля 1993 г. работа Р. Кайо совместно с юридическими службами CERN привела к тому, что разработанные в CERN интернет-технологии стали общественным достоянием [78]. В 1995 г. совместно с Т. Бернерс-Ли награжден обществом ACM премией Software System Award.



Роберт Кайо



Марк Маккахилл

К концу 1990 г. появилось приложение Gopher – сетевой протокол распределенного поиска и передачи документов, которое позволило свободно перемещаться по любым глобальным сетям без предварительного знания адресов необходимых серверов. Приложение Gopher было создано в Университете Миннесоты группой под руководством Марка П. Маккахилла (Mark P. McCahill: 1956) [79].

В это время в рамках проекта CERN Т. Бернерс-Ли вместе с группой помощников изобретает идентификаторы URI, протокол HTTP (Hyper Text Transmission Protocol) и язык *HTML*. Он же пишет первый веб-сервер «http» и первый гипертекстовый браузер «World Wide Web». (Протокол HTTP после своего появления в 1993г. в силу своих возможностей почти полностью вытесняет протокол Gopher [54]. Тем не менее протокол

Gopher всё ещё поддерживается многими современными веб-браузерами, и в Интернете существует более 100 gopher-серверов).

6 августа 1991 г. Т. Бернерс-Ли создает первый в мире веб-сайт по адресу <http://info.cern.ch>. О процессе создания «Всемирной паутины» Т. Бернерс-Ли подробно написал в вышедшей в 1999 г. книге [80].

В 1993 г. в США в Национальном Центре суперкомпьютерных приложений NCSA (National Center for Supercomputing Applications), находящемся в Университете Urbana-Champaign (штат Иллинойс), был создан графический интерфейс к WWW – браузер Мозаик (Mosaic). Один из разработчиков этого браузера Марк Андриссен¹ (Mark Lovell Andreessen: 1971) вместе с Джеймсом Кларком² основал компанию по коммерческому использованию браузера Mosaic (Mosaic Communication Co.), что не понравилось Университету Иллинойса. В итоге компания была переименована

¹ М. Андриссен родился в 1971 г. в городке Cedar Falls, ставшим незадолго до этого третьим университетским городом штата Айова. Степень бакалавра компьютерных наук получил в Университете Urbana-Champaign в 1993 г. Именно там Марк вместе с Эриком Байна (Eric Bina: 1964) создает в Национальном Центре применения суперкомпьютеров (NCSA) Mosaic Web browser, который, по словам Роберта Меткальфа, и породил Netscape (R. Metcalfe: Info World, August 21, 1995, vol. 17, issue 34). Тогда же переехал в Калифорнию и стал работать в Enterprise Integration Technologies. Создание вместе с Д. Кларком компании Netscape было только началом успешной предпринимательской деятельности М. Андриссена [81]. Между 2005 и 2009 гг. он был инвестором 45 стартапов, включая Twitter и Qik. Его состояние оценивается более чем в 600 млн долларов.

² Д. Кларк (James H. Clark: 1944) родился в Техасе в маленьком городке Plainview. Не закончив среднюю школу, он четыре года служил на флоте. Позже учился в колледже частного университета Тьюлейн в Новом Орлеане, одновременно зарабатывая деньги на образование. В Университете Нового Орлеана он получил степени бакалавра и магистра физики. Поступив в аспирантуру Университета штата Юта, он защитил в 1974 г. докторскую диссертацию по компьютерным наукам. С 1974 по 1978 г. Д. Кларк assistant professor (= доцент) в Калифорнийском университете Santa Cruz, а в 1974–82 гг. – профессор-адъюнкт электро-инженерии Стэнфордского университета. В 1982 г. он вместе с несколькими дипломантами Стэнфордского университета основал фирму Silicon Graphics. Эта фирма стала вскоре лидером в производстве визуальных эффектов для фильмов Голливуда и в использовании 3D-технологии. В начале 90-х Д. Кларк покинул компанию Silicon Graphics. В 1993 г. он встретил М. Андриссена, и год спустя они вместе организуют фирму Netscape. Став весьма богатым человеком, Д. Кларк финансирует различные научные проекты в университете Нового Орлеана и в Стэнфордском университете. В частности, на его деньги (150 млн долларов) был построен Центр создания биомедицинской техники в Стэнфордском университете [82].



Марк Андриссен



Джеймс Кларк

в Netscape Communication, а браузер после усовершенствования в 1994 г. получил имя Netscape Navigator. Этот браузер позволил размещать во всемирной паутине в цвете графику, анимацию, аудио- и видеоданные.

Завершая этот параграф, коснемся глобальных компьютерных сетей вне ARPANET и Интернета.

12 мая 1958 г. вступило в силу американо-канадское межправительственное соглашение о создании Командования воздушно-космической обороны Северной Америки (НОРАД)¹, включающей в себя системы наземного наблюдения, системы воздушного наблюдения, системы мониторинга опасных объектов в Космосе, а также составление каталога космических объектов, анализ и оценку возможных угроз для Северной Америки [83]. Нет нужды говорить, что выполнение этих задач невоз-

невозможно без глобальной компьютерной сети, не связанной с сетями открытого доступа.

Достаточно широко известен случай сбоя этой сети 9 ноября 1979 г., едва не повлекший катастрофические последствия для землян.

¹ North American Aerospace Defense Command.

Другой закрытой глобальной компьютерной сетью является сеть наблюдения Военно-морского флота США как за своими судами (надводными и подводными), так и за судами возможных противников с участием космических аппаратов.

Заметим, что система NAVSTAR GPS (Navigation Satellites Providing Time And Range. Global Positioning System) – система глобального позиционирования – создавалась исходя из нужд сетей ARPANET и Интернет, и её частичное открытие произошло только после 1983 г. [84]. Было бы странно, если бы у СССР не было аналогов тех двух закрытых сетей. Впрочем, не случайно окончание строительства GPS (1993 г.) и системы ГЛОНАСС (Глобальная Навигационная Система, декабрь 1995 г.) – очень близки по времени [85].

Упражнения к главе VII

1. Кем была предложена в середине VIII века идея электрического телефона? Как действовал электрохимический телеграф Дона Франциско Сальва?

2. В чем было основное различие в патентах на изобретение телефона между заявками Антонио Меуччи (1874 г.) и Александра Белла (1876 г.)?

3. Расскажите о претендентах на изобретение радио.

4. Дайте определение локальной компьютерной сети. В чем различие связи в компьютерной сети между соединением «от узла к узлу» и «широковещательными каналами»?

5. Чем отличалась дискретная система АЛОНА от непрерывной?

6. Кто автор первого обмена текстовыми сообщениями в сети ARPANET? Кто автор протоколов TCP/IP и где впервые появилось их описание?

7. Чем занимается консорциум World Wide Web? Когда появился сетевой протокол распределенного поиска и передачи документов Gopher? Под чьим руководством он был создан?

8. Когда официально было закончено строительство систем NAVSTAR GPS и ГЛОНАСС? Какие другие глобальные компьютерные системы существуют и строятся?

Глава VIII. Взаимодействие человека и компьютера (НСИ)

Введение (к главе VIII)

Напомним, что «взаимодействие человека и компьютера» (НСИ)¹ – это «дисциплина, занимающаяся проектированием, оценкой и осуществлением работы интерактивных вычислительных систем для использования человеком, а также изучением происходящих процессов» [86].

С формальной точки зрения понятие взаимодействия человека и компьютера лежит на стыке эргономики, инженерной психологии, когнитивной науки, компьютерной графики и др.

В информатике очень часто это понятие заменяют понятием Интерфейса. При этом выделяют собственно интерфейс (устройства ввода и вывода) и внешние интерфейсы: принтер, сканер, копир, факс. Кроме того, есть интерфейсы, призванные облегчить построение сетей [87].

В первом параграфе этой главы мы будем заниматься, главным образом, собственно интерфейсом. Во втором параграфе речь будет идти как о внешних интерфейсах, так и о интерфейсах, влияющих на построение сетей.

До начала 60-х гг. XX века ввод и вывод информации в компьютеры осуществлялся последовательно на перфокартах, перфолентах и с помощью телетайпа. Позже пробила себе дорогу идея использования электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) в качестве дисплея, а не только формы контроля за вводимой информацией (т. е. фактически использования телевидения). Экранные терми-

¹ Human-computer interaction.

налы до середины 70-х были еще весьма дороги. Их могли использовать только весьма крупные фирмы. Появление RF-модуляторов, преобразующих композитный видеосигнал в сигнал, адаптированный к телевизорам, резко расширило круг и качество общения человека и компьютера. Стало возможным широкое использование интерфейса компьютера для обучения. Это относилось как к США, так и другим странам, включая СССР¹.

Впрочем, идея использования интерфейса компьютера для целей обучения не нова. Ещё в 1952 г. в рамках национальной конференции ACM в Питтсбурге вышла работа Грейс Хоппер (Grace Murray Hopper: 1906–1992)² «The Education of a Computer» [89], в которой ставилась проблема эффективности обучения с помощью компьютера. В СССР проблемами школьной информатики уже в 70-е гг. активно занимался академик Андрей Петрович Ершов (1931–1988)³ [90]. Именно ему принадлежит знаменитая

¹ В СССР в связи с широким распространением в 70-е гг. знаний по операционной системе ОС ЕС даже не в инженерных вузах велись работы по внедрению диалоговой телеобработки для дисплеев ЕС-7066 (см., например, [88]).

² Г. Хоппер (урождённая Мюррей) родилась в г. Нью-Йорке в 1906 г., в 1928 г. получила степень бакалавра по математике и физике в Vassar College, а магистерскую (1930) и докторскую степени (1934) по математике – в Йельском университете. Научным руководителем её Ph. D. был Ø. Ore. В 1943 г. она пошла добровольцем в Военно-Морской флот США, дослужившись до звания контр-адмирала. С 1944 г. она служила в бюро Вычислительных проектов Гарвардского университета, работая вместе с Говардом Айкеном (см. [1, с. 39–40]). В 1949 г. перешла в компьютерную корпорацию Эккерта-Моучли, занимаясь развитием UNIAC I. Позже её интересы были связаны с развитием языков программирования (в частности языка FLOW-Matic), а также софта для COBOL (COmmon Business Oriented Language), одного из старейших языков программирования (первая версия появилась ещё в 1959 г.), используемого в основном для разработки бизнес-приложений. Отметим, что более 20 лет COBOL был самым распространённым языком при написании программ для бизнеса.

³ А. П. Ершов родился в 1931 г. в Москве. В 1954 г., по окончании механико-математического факультета МГУ, был принят в аспирантуру. После защиты диссертации (1957) возглавил отдел теоретического программирования ВЦ АН СССР. Опубликованная им в 1958 г. работа по трансляции на БЭСМ [91]

фраза «Программирование – вторая грамотность», сказанная им ещё в 1981 г. в Лозанне на Конференции ЮНЕСКО по применению ЭВМ в обучении.

Эргономические проблемы взаимодействия человека и компьютера были впервые поставлены в работах Брайана Шэкеля (Brian Shackel) 1959, 1962 и 1965 гг. [92–94]. Им же в 1997 г. опубликована написанная годом ранее работа [95], содержащая 141 позицию библиографии, и дающая попытку периодизации истории взаимодействия человека и компьютера.¹

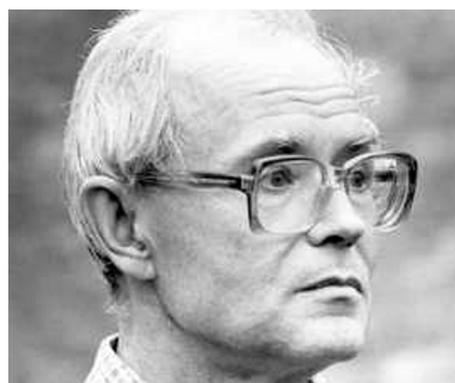
По мнению Б. Шэкеля, в истории взаимодействия человека и компьютера (HCI) можно выделить три периода:

- а) начала HCI (1950–1970);
- б) создания основ HCI (1970–1985);
- в) развития HCI (1985–1995).

В принципе, с подобной периодизацией можно согласиться с поправкой, что период развития HCI продолжается и в настоящее время. Не случайно, «говорящая перчатка»² украинских студен-



Грейс Хоннер



А. П. Ершов

была сразу же переведена в Англии. Переехав в 1960 г. в Новосибирск, он возглавил работы по автоматизации программирования. Под его руководством были созданы языки: «Альфа», «Бета», «Лексикон» и др. Особо значима его роль в развитии школьной информатики в России.

¹ Подробнее оценку этой статье дал в 2009 г. в работе [96] Джонатан Грудин (Jonathan Grudin).

² Эти сенсорные перчатки позволяют немым людям общаться с теми, кто не знает азбуки глухонемых, превращая движения пальцев в голос или текст с помощью смартфона через Bluetooth [97].



Джозеф Ликлидер

тов Донецкой компьютерной академии, выигравших в июле 2012 г. Международный конкурс IT-технологий в Сиднее, организуемого ежегодно фирмой Microsoft, вошла в список важнейших инноваций 2012 г.

Появившиеся в 1960, 1963 и 1965 гг. работы [98–100] Джозефа Ликлидера (Joseph Carl Robnett Licklider: 1915–1990)¹ уже охватили большинство аспектов взаимодействия человека и компьютера², за исключением

разве только психологической проблематики, представленной в работе [101] 1962 г. Н. Жордэна (N. Jordan).

В 1962 г. д-р Дуглас Энгельбарт (Douglas Carl Engelbart: 1925)³ из Стэнфордского Исследовательского Института закон-

¹ Д. Ликлидер родился в 1915 г. в красивом городе Сент-Луис (штат Миссури). В 1937 г. он получил степень бакалавра в Университете им. Вашингтона (Сент-Луис) сразу по трем специальностям: математике, физике и психологии, а год спустя – степень магистра психологии. Степень Ph. D. им получена в 1942 г. в Университете г. Рочестера по психо-акустике. С 1943 по 1950 г. Д. Ликлидер работал в Лаборатории Психо-Акустики Гарвардского университета. В 1950 г., заинтересовавшись информационными технологиями, Д. Ликлидер перешел в MIT и основал там Лабораторию им. Линкольна. Кроме того, по его инициативе студентам инженерной специальности стал читаться курс инженерной психологии. В 1962 г. он становится руководителем Информационного бюро (IPTO) в ARPA. Назначенный в 1963 г. директором Исследовательского отдела (BSC&CR) в ARPA, он выдвигает проект создания ARPANET. С 1968 г. Д. Ликлидер стал директором проекта MAC (первоначально это было сокращение от Mathematics and Computation, затем – от Multiple Access Computer, и, наконец, Man and Computer), начатого 1 июля 1963 г. В рамках этого проекта была создана, в частности, операционная система Multics, предшественница UNIX [102].

² К этому циклу следует добавить и совместную работу Д. Ликлидера и У. Кларка 1962 г. [103].

³ Д. Энгельбарт родился в г. Портленде штата Орегон в 1925 г. В 1942 г. по окончании средней школы им. Б. Франклина поступил в Университет штата

чил достаточно детальный план исследований, посвященный «усилению» человеческого интеллекта (опубликован год спустя [103]), который заинтересовал военное ведомство США, и на реализацию которого были выделены значительные средства. Созданный на эти средства научный центр ARC (Augmentation Research Center) под руководством Д. Энгельбарта разработал в рамках oN-Line System и гипертекст, и задатки графическо-



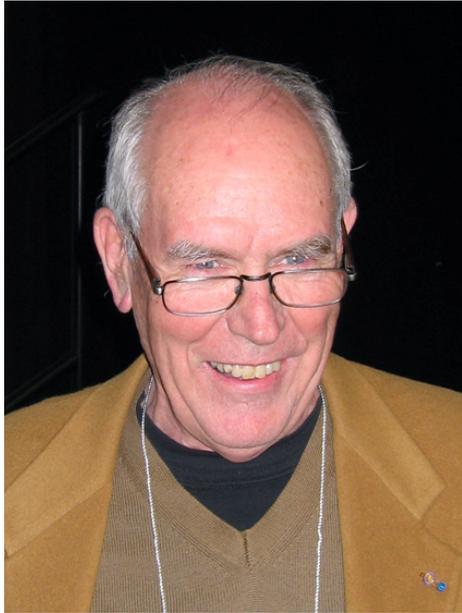
*Дуглас Энгельбарт
на презентации 09.09.1968 г.*

го интерфейса пользователя, и вывод растрового изображения на экран, и в 1967 г. – мышь. Эти результаты были продемонстрированы 9 сентября 1968 г. на знаменитой презентации «The Mother of all Demos»¹ [104]. Кроме Стэнфорда в начале 60-х проблемами взаимодействия человека и компьютера активно занимался и MIT. Нельзя забывать, что там в это время работал Клод Шеннон (CLaude Elwood Shannon: 1916–2001²). Среди учеников К. Шеннона отметим уроженца штата Небраска Айвона Сазерленда (Ivan Edward Sutherland: 1938), который в 1963 г. изобретает» «скет-

Орегон. В начале 1945 г. призван в Военно-морской флот США и служит два года радистом на Филиппинах. Возвратившись в университет уже в 1948 г., получает степень бакалавра по электротехнике. До 1951 г. работает в Исследовательском центре г. Эймса (штат Айова), после чего поступает в Калифорнийский Университет в Беркли, где в 1953 и 1955 г. получает последовательно степени магистра и Ph. D. С 1957 г. работает в Стэнфордском исследовательском институте. Имеет много наград, включая медаль «Пионера компьютерной техники» 1992 г. [105]. (О других аспектах его деятельности см. также [2]).

¹ Эта фраза принадлежит колумнисту и техническому редактору журнала Newsweek Стиву Леви (Steven Levy: 1951).

² Биографию К. Шеннона см. в [1, с. 156–158].



Айвон Сазерленд

чпад» (Sketchpad)¹ – инновационную программу интерактивного взаимодействия с компьютером. Скетчпад был программой, реализующей графический интерфейс пользователя, позволяющий ему работать со световым пером. Таким образом, скетчпад оказался прародителем САПРа. Через 25 лет сенсорное указательное устройство («пальцевая» мышь) ввода, применяемое чаще всего в ноутбуках, было названо тачпадом (touchpad).²

Так, скетчпад можно было бы назвать первым в мире прототипом тачпада.

В своей докторской диссертации³, написанной к 1963 г. в MIT под руководством К. Шеннона, А. Сазерленд не только определил компьютерную графику как науку, но и четко поставил проблему улучшения взаимодействия между человеком и компьютером, сделав одной из основных целей при создании компьютеров удобство пользователей и восприимчивость к потребностям пользователей⁴.

¹ За создание этой программы А. Сазерленд в 1988 г. был награжден премией Тьюринга.

² Напомним, что сенсорную панель (тачпад) изобрёл в 1988 г. Джордж Герфайд (George E. Gerpheide). Тачпады очень быстро нашли широкое применение. Например, в компьютерах Библиотеки Конгресса США уже в 1991 г. для удобства читателей были установлены тачпады, о чем свидетельствует пользовавшийся тогда Библиотекой Конгресса, автор данной книги.

³ Sutherland's 1963 Ph. D. Thesis from Massachusetts Institute of Technology «Sketchpad, A Man-Machine Graphical Communication System».

⁴ А. Сазерленд родился в г. Гастингсе (Hastings) штата Небраска в 1938 г. Степень бакалавра и магистра он получил в CalTech (Carnegie Mellon University), а докторскую степень (Ph. D.) – в MIT в 1963 г. В 1964 г. А. Сазерленд сменил Д. Ликлидера на посту Руководителя Информационного бюро (ИРО) при Министерстве обороны США, когда Д. Ликлидер решил вернуться в MIT.

Несколько раньше, чем А. Сазерленд, проблемами взаимодействия человека и компьютера (HCI) заинтересовался основатель Британского Компьютерного Общества и его первый президент (1957–1960 гг.) Морис Уилкс (Sir Maurice Vincent Wilkes: 1913–2010)¹.

В 1965–68 гг. А. Сазерленд преподает в Гарварде на факультете Электротехники. В 1967 г. вместе со своим студентом Данни Коэном (Danny Cohen) создает известный алгоритм Данни-Сазерленда для графического изображения движущейся линии. С 1968 по 1974 г. А. Сазерленд – профессор Университета в Юте. Одновременно для реализации своих идей А. Сазерленд вместе со своим другом Давидом Эвансом (David C. Evans) основывает компанию «Эванс и Сазерленд», занимавшуюся пионерскими разработками разных компьютерных технологий, например, 3D компьютерной графикой. С 1974 по 1978 г. А. Сазерленд – профессор компьютерных наук в Калифорнийском Технологическом Институте [106]. Среди его многочисленных наград, кроме упомянутой выше премии Тьюринга, есть премия им. Зворыкина (1972) – признанного русско-американского инженера, одного из основных создателей телевидения, изобретателя электронного микроскопа.

¹ М. Уилкс родился в городе Дадли (Dudley) в средней части Англии в 1913 г. По окончании Колледжа Короля Эдуарда VI в Стурбридже (Stourbridge) продолжил свою учебу по математике в 1931–34 гг. в Колледже Св. Джона Кембриджа, защитив докторскую диссертацию по физике в 1936 г., изучая распространение радиоволн в ионосфере. Во время II Мировой войны служил в армии, обслуживая радары. В 1945 г. М. Уилкс был назначен директором Математической Лаборатории Кембриджского университета (известной как компьютерная лаборатория). В этой лаборатории кроме изучения EDVAC и ENIAC была начата работа над малым компьютером EDSAC, законченная в мае 1949 г. В этой же лаборатории было начато развитие микропроцессоров, реализованное в EDSAC-2. Для следующего компьютера, названного «Титан», в 60-е гг. была разработана операционная система, многие идеи которой были реализованы позже в UNIX. С начала 70-х М. Уилкс начинает реализовывать идеи символьных меток, макросов и библиотек подшаблонов, т.е. тех объектов, с помощью которых в десятки раз увеличивается эффективность работы с приложениями [107]. (Любопытно, что в СССР в 1976 г. к идее использования шаблонов пришел независимо Александр Александрович Степанов (Alex Stepanov: 1950) – русско-американский ученый, учившийся в МГУ и МОПИ, уехавший в 1977 г. в США и ставший в начале 90-х гг. основным разработчиком Standard Template Library (TSL) (с 1994 г. – это часть официального языка C++). Подробнее о А. А. Степанове речь пойдет в конце следующей главы).



Морис Уилкс

В частности, в 1962 и 1966 гг. появились его работы, посвященные проблеме компьютерной графики [108; 109].

Есть одно применение знаниям в области HCI, которое потребовало создания качественного человеко-компьютерного интерфейса, а именно – пилотируемые полеты человека в космос. Ещё на заре этих полётов, и в СССР, и в США проявлялся интерес к этой тематике.

В этой связи, отметим работу Р. Воас (R. V. Voas) 1961 г. о проекте Меркурий (Mercury) с точки зрения инженерной психологии [110], а также доклад одного из руководителей первого американского проекта полета человека в космос профессора Саула Гасса (Saul I. Gass: 1926)¹ на Eastern Joint Computer Conference

¹ С. Гасс родился в феврале 1926 г. в городке Челси (пригороде Бостона) штата Массачусетс в семье еврейских эмигрантов из России, приехавших в США в начале 1914 г. По окончании Бостонского лицея Roxbury Memorial в 1943 г. он поступает в колледж при Northeastern University и учится там год до призыва в армию. С января 1945 г. С. Гасс – в действующей армии, участвует в боях во Франции и в Австрии. Демобилизованный в 1946 г., возвращается в Северо-восточный университет, но вскоре переводится в Бостонский и в июне 1949 г. получает степень бакалавра образования со специализацией «математика». За лето 1949 г. он сумел изучить дополнительные предметы и получить степень магистра математики. В ноябре 1949 г. ему предлагают работу в ВВС США в группе изучения баллистики бомбометания в Лос-Анджелесе. В 1952 г. его переводят в Пентагон в Руководство Аналитическим управлением ВВС США. В Пентагоне С. Гасс занимается проектом SCOOP (Scientific Computation of Optimal Programs)- развития линейного и математического программирования, начатым в июне 1947 г. и фактически руководимым с октября 1948 г. экономистом Маршаллом Вудом (Marshall Wood) и математиком Д. Данцигом (George Bernard Dantzig: 1914–2005), (см. [112; 113]), получившим важные приложения к экономике, статистике, операционному исчислению и к компьютерным наукам. С. Гасс добивается в рамках проекта выде-

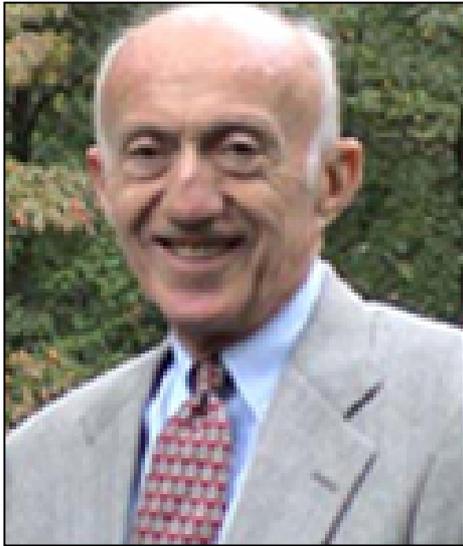
(1961 г.) «Роль цифровых компьютеров в проекте “Меркурий”» [111].

Поскольку тематика работ по НСИ в условиях пилотируемого полета имеет большое значение и для военной авиации, многие работы 70-х и даже 60-х гг. остаются пока засекреченными¹.

В 60-е и 70-е гг. когнитивные исследования в области взаимодействия человека и компьютера были нацелены прежде

ления средств для создания компьютера Standard Eastern Automatic Computer (SEAK), используемого в Национальном Бюро Стандартов. Уже в процессе этой работы С. Гасс изучает разные стороны взаимодействия человека и компьютера. Впрочем, он не забывает и о линейном программировании, подготовив (с В. Райли) первую полную библиографию линейного программирования [114] (см. также [115, с. 18]). Именно эта библиография познакомила научное сообщество США с работами будущего Нобелевского лауреата по экономике Л. В. Канторовича и его учеников. В 1955 г. С. Гасс переходит в IBM, где в число решаемых им задач входила подготовка к продажам и инсталляция компьютеров. В 1960 г. он становится в IBM руководителем группы моделирования (Simulation) проекта Mercury (Man-in-Space Program). Была создана система автоматического расчета траектории полета, опирающаяся на два компьютера IBM 7090, установленных в Центре им. Годдарда. В 1965–69 гг. С. Гасс занимается в IBM разработкой компьютерной графики. С 1975 г. связан с Мэрилендским университетом, будучи профессором (и руководителем) факультета Менеджмента в науке и Статистики. Список его наград и отличий весьма длинен, как и список его научных трудов (свыше 140) [116].

¹ Если говорить об СССР, то проблемами эргономики и инженерной психологии взаимодействия человека и управляющих устройств космического корабля, включающих бортовой компьютер, занимались и в Институте авиационной медицины Министерства обороны СССР, и в Военно-Медицинской Академии им. С. М. Кирова, и в отделе нейрофизиологии НИИ экспериментальной медицины АМН СССР и, наконец, с момента создания (04.11.1963), в Институте космической биологии и медицины Министерства здравоохранения СССР, переименованного в 1965 г. в Институт медико-биологических проблем. Проблемами доступа к информации и ее передаче, а также освобождения пользователя от рутинных обязанностей за счет возложения части функций контроля на компьютер занимались: Институт теоретической механики и вычислительной техники АН СССР, с 1962 г. – ИППИ (Институт проблем передачи информации) АН СССР, а с 1978 г. – Ленинградский научно-исследовательский вычислительный центр АН СССР (с 1991 г. – СПИИРАН). В открытой печати освещение проблематики НСИ началось с 1958 г. с публикации обзоров американских работ в журнале «Вопросы психологии».



Саул Гасс



Л. В. Канторович

всего на изучение восприятия, памяти и внимания. Повышение уровня удовлетворенности пользователя интерфейса опиралось на сокращение количества ошибок и сокращение времени ввода и вывода информации [86].

При этом, если речь идет о восприятии, то важна четкость получаемой информации, отсутствие похожих сигналов. Если речь идет о внимании, то важна пространственная концентрация информации; в определенных случаях её дублирование разными органами восприятия (зрительная, голосовая, тактильная форма). Что касается памяти, то важно пользоваться структурированной информацией за счет меню, перечней – и при этом иметь защиту «от дураков», чтобы случайное нажатие на клавиатуре не приводило к необратимым последствиям [117; 118].

Вернёмся в 50-е гг. XX века. Тогда, по крайней мере в теории, была поставлена проблема удобного подключения к компьютеру дополнительных устройств. Первоначально вся периферия подключалась напрямую к системной шине. Однако это оказалось неэффективно, так как слишком большую роль при этом играла техническая подготовленность пользователя и другие фак-

торы, включая настройку пользователя. Уже появление принтеров привело к необходимости создания внешнего интерфейса.

В 60-х гг. было создано два типа подключения периферийных устройств: *последовательный* и *параллельный*. Достоинством последовательного интерфейса была возможность использования длинного кабеля и, кроме того, он позволял строить сети. Параллельный интерфейс был быстрее (за единицу времени можно было передать несколько бит информации, в отличие от последовательного подключения, где можно было передать лишь один бит) и дешевле. «Старейшим» последовательным интерфейсом является интерфейс RS-232 (Recommended Standard 232), разработанный в 1962 г. Ассоциацией Электронной Промышленности (EIA)¹. Этот интерфейс служит для передачи информации между двумя устройствами (первоначально – между терминалом и коммуникационным устройством). При этом передача двоичных данных происходит последовательно асинхронно на расстояние до 15 метров. Передаваемый цифровой сигнал имеет два уровня напряжения. Интерфейс RS-232 хотя и был максимально универсален, но так как спецификации не были жестко прописаны, то до середины 80-х гг. оставалась проблема электрической несовместимости [87; 106].

В 1970 г. подразделение фирмы Ван Аня² (Wang Laboratories) представило матричный принтер



Ван Ань

¹ EIA = Electronic Industries Association просуществовала до 1997 г.

² Ван Ань (Wang An: 1920–1990) родился в Шанхае. В 1940 г. закончил Шанхайский университет транспорта и коммуникаций по специальности электротехника. В 1945 г. поступил в Гарвардский университет, где не только получил степень магистра по электротехнике, но и защитил докторскую диссертацию (1948 г.). Далее работал с Говардом Айкеном (Aiken Howard: 1900–1973)

Centronics Model 101, включавший и первый параллельный интерфейс. Этот интерфейс был разработан двумя сотрудниками: Р. Говардом (Robert Howard: 1923) и П. Робинсоном (Prentice Robinson), получившего образование военного летчика.¹ Стандарт параллельного интерфейса – Centronics Port – оказался весьма удачным.

Вернемся теперь на 5 лет назад, в 1965 г. В этот год компания Hewlett-Packard разработала так называемую интерфейсную шину (Hewlett-Packard Interface Bus) для использования в автоматизированном измерительном оборудовании. Через 10 лет, в 1975 г., американский Институт инженеров электротехнической и электронной промышленности сертифицировал эту шину как IEEE-488. Оказалось, что шина IEEE-488 способна существенно облегчить построение сетей, что впервые было использовано для интерфейса периферии микрокомпьютеров фирмы HP (стримеров, принтеров, плоттеров и т. д.). Неслучайно эта шина известна и под названием: «Интерфейсная шина общего назначения».

В СССР по ГОСТ 26.003.-80 она названа «Система интерфейса для измерительных устройств с байт-последовательным, бит-параллельным обменом информацией».

К 1986 г. относится появление универсальной шины для подключения как внешних, так и внутренних устройств, так называемое SCSI-устройство².

Создателем SCSI-устройства был американский инженер и бизнесмен Алан Ф. Шугарт (Alan Field Shugart: 1930–2006)¹, ко-

над проектом полностью электронного компьютера Айкена Mark IV. В 1951 г. Ван организовал с Гэяо Чу (Ge-Yao Chu: 1918–2011) собственную компьютерную фирму Wang Laboratories, которая успешно конкурировала даже с IBM, однако после смерти Вана просуществовала лишь два года, обанкротившись в 1992 г. [119–121].

¹ Через год Р. Говард и П. Робинсон организуют собственную фирму Centronics Data Computer Corporation по производству принтеров в городе Hudson (штат Нью Хемпшир). Фирма просуществовала до 1987 г. [122].

² SCSI = Small Computer System Interface – набор стандартов для подключения и передачи данных между компьютерами и периферийными устройствами.

торый изобрёл это устройство в 1979 г., но публикация о нём появилась лишь два года спустя [123].

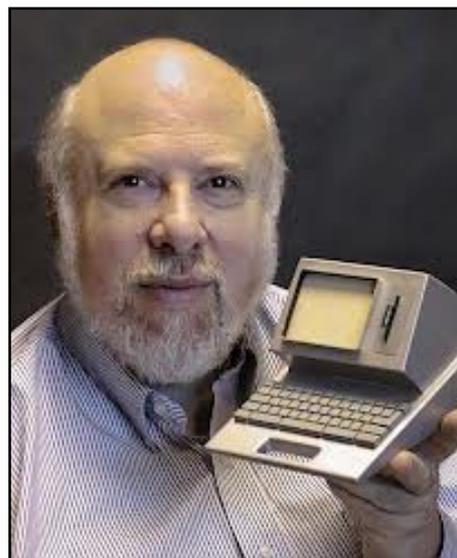
В 1996 г. это устройство сменила шина USB. Эта шина оказалась удобной для обычных пользователей, а не только для системных администраторов (как SCSI-устройства).

Первые спецификации для USB 1.0 появились ещё в 1994–95 гг. При этом сама разработка шины USB поддерживалась фирмами Microsoft, Intel, Philips, US Robotics. Шина USB вошла в стандартную поставку Windows 98. Фирма Apple постепенно тоже перешла на интерфейс USB. Здесь, пожалуй, уместно сказать несколько слов о человеке, в книге которого (2000 г.) подведён итог развитию HCI за предыдущие 30 лет [87]².

Речь идет о Джефе Раскине (Jef Raskin:1943–2005)³.



Алан Шугарт



Джеф Раскин

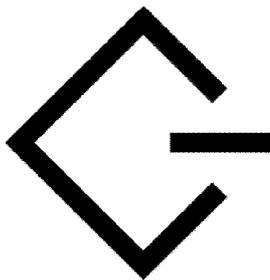
¹ А. Шугарт родился в 1930 г. в Лос-Анджелесе. Степень бакалавра электротехники получил в Университете Редланс. Далее, до 1973 г., работал в фирме IBM. В 1973 г. А. Шугарт основал свою первую собственную фирму, позже приобретенную фирмой Хегох. В 1979 г. им (совместно с Финис Коннер (Finis Conner)), была создана фирма Shugart Technology, вскоре переименованная в Seagate Technology. В 2005 г. А. Шугарт стал экспонентом Музея Истории Компьютеров [123].

² В России перевод книги Д. Раскина вышел в 2004 г.

³ Д. Раскин родился в 1943 г. в Нью-Йорке, в еврейской семье. В 1964 и 1965 г. получил степени бакалавра по математике и философии в городском университете Нью-Йорка. В 1967 г. он получает степень магистра компьютерных наук в Университете штата Пенсильвания. В качестве диссертационной рабо-



Символ USB



Логотип SCSI-устройства

Именно ему на рубеже 1978–79 гг. принадлежит идея создания «компьютера для миллионов» пользователей, реализованная, начиная с 1979 г., в Macintosh-проекте.

Не случайно именно этот компьютер усилиями Стива Джобса используется с 80-х гг. в американских школах.

В нулевые и последующие годы XXI века взаимодействие человека и компьютера приобрело совершенно новые черты, поскольку с помощью мобильных телефонов, смартфонов, iPad, iPhone и т. д. в процесс взаимодействия HCI оказались вовлеченными сотни миллионов и даже миллиардов людей.

ты им была написана компьютерная программа по музыке. С 1968 по 1974 г. преподает в Калифорнийском университете (Сан Диего) (UCSD) на кафедре визуального искусства. Получив грант на создание Центра (Computer and Humanities), он вместе со своим студентом-выпускником UCSD Джонатаном Коллинсом (Jonathan Collins) развивает Flow Programming Language – язык для обучения студентов артистического и гуманитарного направлений. С 1978 г. Д. Раскин начинает сотрудничество с фирмой Apple. Благодаря своим юридическим и инженерным познаниям он оказывает большое влияние на все ранние проекты фирмы, и именно тогда выдвигает идею создания «компьютера для миллионов». В 1981 г. главный руководитель фирмы и один из её основателей Стив Джобс (см. [2, с. 65]) решает воплотить идею Д. Раскина в жизнь, что, в итоге, приводит к огромному коммерческому успеху фирмы. В 1982 г. Д. Раскину становится «тесно» в Apple и он для реализации своих идей, «выброшенных» при реализации проекта Macintosh, основывает фирму *Information Appliance, Inc.* К сожалению, идеи удобства для пользователя (или, как теперь говорят, «юзабилити») не сразу были по достоинству оценены рынком, и большого коммерческого успеха продукты фирмы Д. Раскина тогда не имели. После издания своей книги (в 2000 г.) [87] Д. Раскин начинает разработку проекта The Human Environment – компьютерного интерфейса согласно своим идеям в области HCI. (После смерти Д. Раскина (в 2005 г.) этот проект (переименованный ещё в 2005 г. в Archy) продолжил (до 2008 г.) его сын Аза Раскин (Aza Raskin: 1984)).

§ 27. Внутренний интерфейс

Как известно, **интерфейс** – это совокупность программных средств, обеспечивающих непосредственное общение между пользователем и аппаратной частью компьютера¹ [87].

В число наиболее употребительных устройств, предназначенных для общения пользователя с компьютером, кроме клавиатуры, входят:

а) видеотерминалы, голосовые модемы, в последние годы веб-камеры; при этом голосовые модемы и веб-камеры могут быть встроены в компьютер;

б) принтеры, сканеры, копиры, факсы (их обычно относят к внешнему интерфейсу).

В этом параграфе мы будем заниматься только устройствами, относящимися к типу *а*. Начнем с видеотерминалов. Типичный видеотерминал – это алфавитно-цифровой дисплей. Дисплей предназначен не только для восприятия системных переменных, но и для облегчения обработки данной информации.

Дисплеи различаются, во-первых, по типу выводимой информации, а во-вторых, по типу экрана. Существуют и другие классификации дисплеев.

Рассмотрим вначале классификацию дисплеев по типу экрана. Как говорилось уже во введении, первые дисплеи реализовывались на основе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ), так называемые CRT-дисплеи.

¹ Напомним, что обычно устройства ввода/вывода делят на: а) устройства ввода/вывода графической информации (видео- и веб-камера, сканер, цифровой фотоаппарат, плата видеозахвата); б) устройства ввода/вывода звуковой информации (микрофон, цифровой диктофон); в) устройства ввода/вывода текстовой информации (клавиатура (плоская и выпуклая)); г) координатные устройства (мышь, трекбол, трекпойнт).



Б. Л. Розинг

Напомним, что ЭЛТ была изобретена в 1897 г. будущим Нобелевским лауреатом Карлом Брауном (см. Введение к главе VII). Первое применение ЭЛТ для передачи изображения принадлежит Борису Львовичу Розингу¹, получившему российский патент в 1907 г., а позже патенты Германии и Великобритании. Впервые в мире, в мае 1911 г., им были получены изображения простейших фигур на сконструированном им же кинескопе.

В 1964г. американский инженер Дональд Битцер (Donald L. Bitzer: 1934–2009)² в лаборатории Иллинойского университета, будучи одним из главных разработчиков, завершил создание плазменного дисплея PLATO.

¹ Б. Л. Розинг (1869–1933) в 1887 г. окончил гимназию с золотой медалью и поступил на физико-математический факультет Санкт-Петербургского университета. По окончании учебы (в 1891 г.) оставлен в Университете для «приготовления» к профессорскому званию. С 1892 г. преподавал в Технологическом Институте (ТИ), а с 1895 г. – в расположенном напротив ТИ Константиновском артиллерийском училище, где организовал на собственные сбережения исследовательскую лабораторию. Во время гражданской войны жил в Екатеринодаре (ныне Краснодар), где готовил свой основной труд «Электрическая телескопия (видение на расстоянии). Ближайшие задачи и достижения», изданную в Петрограде в 1923 г. В 1931 г. был арестован по «делу академиков» [124] и сослан в Котлас на 3 года. Через год переведен в Архангельск, где преподавал на кафедре физики Лесотехнического института. Умер в 1933 г. Реабилитирован только в 1957 г. [125]. Среди его учеников самый известный Владимир Козьмич Зворыкин (Vladimir Zvorykin: 1888–1982) – один из пионеров телевидения, создатель электронного микроскопа, эмигрировавший в США в 1918 г. [126; 127].

² Д. Битцер учился в Университете штата Иллинойс, где получил в 1955, 1956 и 1960 гг. соответственно степени бакалавра, магистра и Ph. D. по электротехнике. Позже в течение многих лет деятельность Д. Битцера была связана с лабораторией CSL (Control Systems Laboratory) Иллинойского университета, где и были созданы разные версии PLATO [131].

Идея плазменного дисплея основана на использовании заряженного газа между двумя стеклянными пластинками. Созданию этого дисплея предшествовали три публикации Д. Битцера [128–130], начиная с 1961 г.¹ Первые три версии дисплея PLATO финансировались совместно тремя родами войск США и предназначались для них. Четвертая версия (PLATO IV), завершенная к 1972 г., была уже коммерчески конкурентноспособна с



В. К. Зворыкин

ЭЛТ и получила распространение не только у военных. Первоначально предполагалось лишь, что этот дисплей поможет при обучении, но оказалось, что его возможности намного шире.

В 60-е гг. появился ещё один вид дисплеев – жидкокристаллические, т. е. плоские дисплеи на основе жидких кристаллов². Эти дисплеи используются для отображения графической или текстовой информации в компьютерных мониторах, ноутбуках, а также в других современных гаджетах. Разработаны жидкокристаллические дисплеи были в 1963 г. в Исследовательском Центре Дэвида Сарнова (David Sarnoff: 1891–1971)³ корпорации RCA (Radio Corporation of America).

¹ В двух из них соавтором выступал У. Лихтенбергер (W. Lichtenberger), а в трех – П. Браунфельд (Peter.G. Braunfeld: 1930), родившийся в Австрии и добравшийся в 1940 г. с родителями до США.

² Напомним, что жидкие кристаллы были открыты австрийским ботаником и химиком Фридрихом Райнитцером (Friedrich Richard Reinitzer: 1857–1927) [132, р. 17–20]. Сам термин «жидкие кристаллы» ввел в научный оборот в 1904 г. немецкий физик профессор Отто Леманн (Otto Lehmann: 1855–1922) [132, р. 20–27].

³ Давид (Дэвид) Абрамович Сарнов родился в бедной еврейской семье недалеко от Минска. В 1900 г. семья эмигрировала в США. В 1906 г. его отец Абрахам из-за туберкулеза стал нетрудоспособным, и заботы о семье, где поми-



Дональд Битцер



Дэвид Сарнов

В 1972 г. был создан один из первых цветных терминалов IBM 3279. Первоначально он поддерживал 4 цвета (красный, зелёный, голубой и белый) и работал только в текстовом режиме. Позже появился терминал, способный работать и в графическом режиме, например IBM 3279G.

Для отображения данных на мониторе были разработаны специальные видеоадаптеры. Благодаря им были разгружены центральный процессор и ОЗУ, и тем самым ускорилось отображение данных на мониторе. Первый такой видеоадаптер был разработан в 1981 г. Он назывался Monochrome Display Adapter (MDA) и использовался в IBM PC (персональный компьютер). Одновременно появился и видеоадаптер CGA (Color Graphic Adapter).

В 1984 г. компанией Hercules Computer Technology был выпущен графический адаптер «Геркулес» HGC (Hercules Graphic Card).

мо Дэвида было четверо детей, легли на его плечи. С этого времени более 60 лет Д. Сарнов связан с коммуникацией (телеграф, телефон, радио и телевидение). Встреча в 1928 г. с Владимиром Зворыкиным соединила талант ученого (В. Зворыкина) с талантом бизнесмена (Д. Сарнова) и привела к расцвету телевидения. Во время второй мировой войны «Голос свободной Европы», руководимый Д. Сарновым, стал важным инструментом воздействия и на Германию, и на союзников. В итоге Д. Сарнов получил звание бригадного генерала. Став в послевоенное время директором RCA, Д. Сарнов создает исследовательскую лабораторию, одним из многих продуктов которой и были жидкокристаллические дисплеи [133].

В том же 1984 г. появился адаптер EGA (Enhanced Graphic Adapter) на 16 цветов при разрешении 640×350 точек [134].

Наконец, в 1987 г. фирма IBM выпустила VGA (Video Graphical Array) монитор и использовала его в компьютере IBM PS/2 Model 50. В таком мониторе поддерживалось 16 цветов при разрешении 640×480 пикселей – и эти условия стали общепринятым стандартом.

В том же 1987 г. был выпущен монитор Macintosh с точной цветопередачей и весьма высокой резкостью изображения. (Первая ещё не столь совершенная версия монитора Macintosh была выпущена в 1984 г.)

Отметим, что монитор VGA имел встроенный разъём, который с 1987 г. имел каждый стандарт видео.

Вернёмся теперь к классификации мониторов по выводимой информации.

Графические мониторы для вывода текстовой и графической, в том числе видео, информации будут рассмотрены в следующей главе. (К этим мониторам относятся векторные и растровые мониторы.)

Что касается алфавитно-цифровых дисплеев (character display system), то их обычно подразделяют на:

- а) дисплеи, отображающие только алфавитно-цифровую информацию;
- б) дисплеи, отображающие псевдографические символы¹;
- в) интеллектуальные дисплеи, обладающие не только редакторскими возможностями, но и осуществляющими предварительную обработку данных.

¹ Напомним, что псевдографические символы – это совокупность символов, отображающих графические примитивы (линии, треугольники, прямоугольники, кресты, различная заливка), включенные в набор компьютерных шрифтов. Псевдографические символы помогают графическому оформлению программ с текстовым интерфейсом. Как правило, они заимствованы из встроенных шрифтов EGA, VGA и других дисплейных адаптеров.

Если говорить об интеллектуальных дисплеях, то в них основным является возможность создания, хранения и выполнения макросов. Напомним, что макросы – это программы, выполняемые модулем без участия центрального процессора системы. Они позволяют вывести на экран необходимые сообщения и взаимодействовать с периферийными устройствами.

Примерами интеллектуальных дисплеев могут служить, например, планшеты с сенсорными жидкокристаллическими экранами для компьютеров, работающих под управлением Windows XP (впервые эти дисплеи показаны в январе 2003 г. на выставке Consumer Electronics Show в Лас-Вегасе), или встроенные интеллектуальные индикаторные модули GU-600 и GU-3900 фирмы NORITAKE ITRON со светодиодным экраном. Фактически эти модули являются уже микрокомпьютерами.

Первоначально интеллектуальные дисплеи создавались для нужд вооруженных сил США. Поэтому они способны выдерживать весьма жесткие климатические условия и механические воздействия.

Заметим, что история появления интеллектуальных дисплеев в теоретическом плане восходит к появлению в 1977 г. языка AWK¹ – интерпретируемого скриптового C-подобного языка по-

¹ Название языка (AWK) образовано из первых латинских букв фамилий разработчиков: Ахо, Вайнбергер и Керниган (Alfred Vaino Aho: 1941; Peter Jay Weinberger: 1942; Brian Kernighan: 1942) [135]. Важнейшим из «потомков» языка AWK был язык PERL.

А. Ахо родился в 1941 г. в г. Тиммис (штат Онтарио, Канада) в семье финских эмигрантов. Степень бакалавра прикладной физики получил в Университете в Торонто, а Ph. D. по электротехнике и компьютерным наукам – в Принстонском университете. В 1967–1991 гг. работал в фирме AN&T в Bell Labs, и вновь в этой же фирме в 1997–2003 гг., будучи вице-президентом её Научно-исследовательского компьютерного центра.

П. Вайнбергер родился в 1942 г. Степень бакалавра получил в 1964 г. по окончании колледжа Swarthmore (штат Пенсильвания). В 1969 г. получил

строчного разбора и обработки входного потока информации (прежде всего текстового файла) по заданным шаблонам. При этом входной поток рассматривается как список записей, и каждая запись делится на поля. Добавим, что язык AWK процедурный и событийно-ориентированный.

Усилению интеллектуальной мощности дисплеев способствовало и создание американским программистом и математиком Питером Нортоном (Peter Norton: 1943) своих утилит (в их числе и знаменитая программа UNERASE, позволяющая восстановить случайно стертый файл). Впрочем, и книга П. Нортона [136] («Inside the IBM PC...») 1983 г., как и появившаяся небольшая программа Norton Commander, стали знаковыми для компьютерного мира той эпохи.

Коль скоро зашла речь об интеллектуальных дисплеях, следует сказать и об электронных переводчиках. Ещё в 1966 г. появился язык **РЕФАЛ** (**РЕ**курсивных **Ф**ункций **АЛ**горитмический).



Альфред Ахо

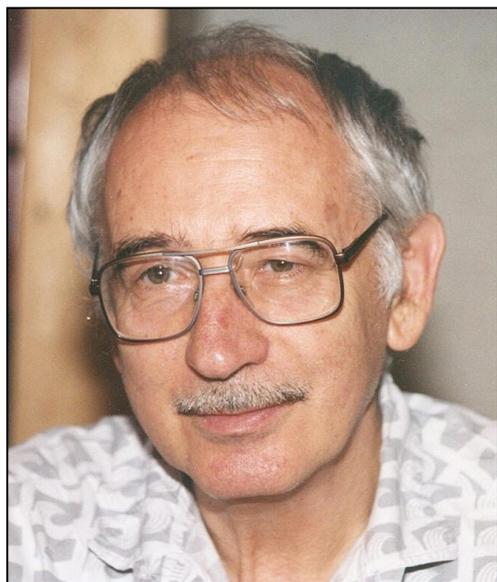


Питер Вайнбергер

степень Ph. D. в Калифорнийском университете (Беркли) по математике (теория чисел). Некоторое время П. Вайнбергер продолжает заниматься теорией чисел в Мичиганском Университете (Ann Arbor). Но потом резко меняет область исследований, перейдя в лабораторию Bell Labs фирмы AT&T. Там он встречается А. Ахо и Б. Кернигана, с которыми и создает язык AWK (биография Б. Кернигана и его фото – в книге [2, с. 62]).



Питер Нортон



В. Ф. Турчин

Этот язык был первоначально ориентирован на обработку символьных строк. Но оказалось, что он прекрасно приспособлен для перевода с одного языка на другой, причём неважно, будет ли один из языков естественным или искусственным. Более того, этот язык помогает решению проблем, связанных с искусственным интеллектом. Создателем этого языка был родившийся в 1931 г. в г. Подольске советский физик и кибернетик Валентин Федорович Турчин¹. В 1977 г. В. Ф. Турчин, будучи с 1974 г. председателем московского отделения правозащитной организации «Amnesty International», под давлением властей был вынужден покинуть СССР, и через Израиль осел в США. Уже в США им был предложен новый метод оптимизации программ – метод суперкомпиляции.

В последние годы появились и другие типы видеотерминалов, прежде всего на основе органических светодиодов.

Ещё в начале 50-х гг. XX века французский физико-химик и фармаколог Андре Бернаноз (André Bernanose: 1912–2002)² от-

¹ В. Ф. Турчин умер в Нью-Йорке в 2010 г. Дополнение к его биографии см. в [2, с. 5]. В России широко известна его книга «Феномен науки. ...» [137].

² А. Бернаноз родился в 1912 г. в Нанси (Франция). В 1934 г. окончил École Centrale des Arts et Manufactures de Paris, в 1937 г. – факультет науки в уни-

крыл электролюминесценцию в прозрачных тонких плёнках органического красителя при подаче тока высокого напряжения. В 2000 г. физик А. Хигер (Alan Jay Heeger: 1936)¹ и двое химиков: А. Макдиармид (Alan Graham MacDiarmid: 1927–2007)² и Х. Сиракава (Hideki Shirakawa: 1936)³ получили Нобелевскую премию по химии за «открытие (в 1977 г.) и развитие проводящих (электричество) органических полимеров» [138].

верситете Нанси. Там же защитил докторскую диссертацию по химии в 1948 г. и там же в начале 50-х гг. открыл явление электролюминесценции.

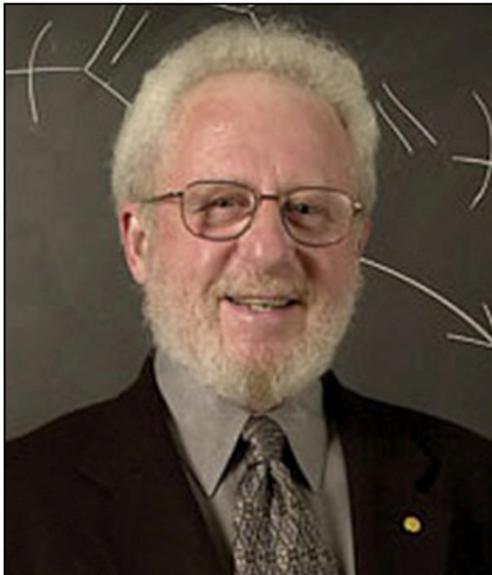
¹ А. Хигер родился в 1936 г. в небольшом городке Sioux City (штат Айова) в семье еврейских эмигрантов. Он получил степень бакалавра по математике и физике в 1957 г. в Университете штата Небраска, а степень Ph. D. – в 1961 г. по физике в Калифорнийском университете (Беркли). С 1962 по 1982 г. работал в Университете штата Пенсильвания, где и занимался изучением электролюминесценции легированного йодом ацетилена. Позже вернулся в Калифорнийский университет (Санта-Барбара).

² А. Макдиармид родился в 1927 г. в бедной многодетной семье в городке Мастертон в Новой Зеландии. В 1943 г. ему удается поступить в Университет столицы Новой Зеландии г. Веллингтон. В 1947 г. он получает там степень бакалавра (по химии), в 1951 г. – степень магистра. Отмеченный за свою научную работу стипендией Фулбрайта (Fulbright), получает возможность учиться в Университете штата Висконсин, где в 1952 г. получает степень магистра, в 1953 г. – степень Ph. D. по неорганической химии, а в 1955 г. – вторую степень Ph. D. по органической химии в Sidney Sussex College, Cambridge. С 1957 по 2002 г. преподает в Университете штата Пенсильвания (с 1964 г. – полный профессор). В 2007 г. переходит в Университет штата Техас (Даллас) [139].

³ Х. Сиракава (в США произносят: Ширикава) родился в Токио в 1936 г. в семье военного врача. В 1961 г. он заканчивает учебу в Токийском Институте Технологий по прикладной химии. В том же институте в 1966 г. защищает докторскую диссертацию по прикладной (инженерной) химии и начинает работать там же в Х Лаборатории химических средств. В 1975 г. эту лабораторию посещает Алан Макдиармид, и, заинтересовавшись результатами Х. Сиракавы по изучению электрической проводимости пленок ацетилена, приглашает на годичную стажировку в Университет Пенсильвании. В 1977 г. выходит совместная статья А. Хигера, А. Макдиармида и Х. Сиракава (где были ещё два соавтора) [138], которая и послужила основанием присуждения им Нобелевской премии в 2000 г. В 1979 г. Х. Сиракава переходит на преподавательскую работу в Университет Цукуба, в городе севернее Токио, созданном (по образцу Академгородка в Новосибирске) в 60-х гг.



Андре Бернаноз



Алан Хигер

Первое практическое применение открытого явления было получено в компании Eastman Kodak в начале 80-х гг., когда в этой компании было создано диодное устройство, которое можно было использовать в экранах дисплеев. (Компании, основанной еще в 1881 г., это, правда, не помогло – в январе 2012 г. она объявила о банкротстве.)

В настоящее время разработки и исследования OLED-технологий идут широким фронтом. Перечислим только некоторые технологии, на основе которых уже созданы дисплеи: PHOLED (Phosphorescent OLED), TOLED (Transparent and Top-emitting OLED), FOLED (Flexible OLED), SOLED (Staked OLED).

Явление электролюминесценции неорганических веществ (light-emitting diode, сокращенно LED-технология) было открыто намного раньше, чем электролюминесценции органических веществ, но практическое применение в создании экранов

дисплеев нашло сравнительно недавно. Напомним, что впервые об этом явлении написал Генри Раунд (Henry Joseph Round: 1881–1961), ассистент Г. Маркони, в работе 1907 г. [140]. Г. Раунд сообщал в ней только, что видел «свечение в контакте карборундового детектора при подаче на него внешнего поля».

Через 20 лет, в 1927 г. в журнале «Телеграфия и телефония без проводов» (т. 44, с. 485–494), были опубликованы результаты серьёзных научных исследований 24-летнего ученого Олега Владимировича Лосева (1903–1942)¹, выполненные им ещё в 1923 г. в Нижегородской радиолaborатории под руководством профессора В. К. Лебединского².



О. В. Лосев

¹ О. В. Лосев родился в 1903 г. в Твери в семье отставного штабс-капитана, дворянина. В 1920 г. окончил Тверское реальное училище и поступил на работу в Нижегородскую радиолaborаторию, познакомившись с её руководителем М. В. Бонч-Бруевичем (1888–1940) еще в Твери в 1916 г. О. В. Лосев работал в ней до её закрытия в 1928 г. С 1929 по 1933 г. по приглашению академика А. Ф. Иоффе он проводил исследования в Ленинградском физико-техническом институте. С 1937 г. до самой смерти (от голода) в январе 1942 г. в блокадном Ленинграде преподавал и вел исследования на кафедре физики Первого Ленинградского медицинского института им. И. П. Павлова. В 1938 г. ему была присвоена степень кандидата физ.-мат. наук (без защиты диссертации) [141].

² Лебединский Владимир Константинович (1868–1937) родился в Петрозаводске в семье учителя истории классической гимназии. Школьные годы провел в столице. По окончании (с серебряной медалью) Второй городской гимназии Петербурга в 1887 г. поступил в Санкт-Петербургский университет на математическое отделение физико-математического факультета. Закончив в 1891 г. университет с дипломом первой степени, преподавал в Череповецком реальном училище, Петербургской гимназии, в Петербургском Политехническом институте и Николаевском военно-инженерном училище, занимаясь при этом и наукой: изучал свойства электрической искры и разрабатывал теорию высокочастотных трансформаторов. В 1913–1915 гг. был профессором Рижского Политехнического института. В 1919–1925 гг. участвовал в организации и работе Нижегородской Радиолaborатории. С 1925 г. В. К. Лебединский заведует кафедрой физики Ленинградского Первого медицинского института, а с 1930 г. – кафедрой физики Ленинградского института железнодорожного транспорта, занимаясь уже, главным образом, рецензированием и редактированием научных книг и журналов [142].



Алан Макдиармид



Хидеки Сиракава

О. В. Лосев открыл как явление предпробойной электролюминесценции (свечение I) карбида кремния, применяемое ныне при создании электролюминесцентных дисплеев, так и инжекционную электролюминесценцию (свечение II), лежащую в основе светодиодов и полупроводниковых лазеров [141].

В сущности, LED-технология позволяет получить световое излучение в месте соприкосновения катода с полупроводником, соединенным с анодом. Практической реализации LED-технологии мы обязаны Нику Холоньяку (Nick Holonyak, Jr.: 1928)¹ из Иллинойского университета, который еще в 1962 г., будучи научным консультантом лаборатории компании General Electric Co. (в г. Сиракузы, штат Нью-Йорк), построил первый светодиод, излучающий в видимом диапазоне [143].

Дисплеи, построенные с примене-

¹ Н. Холоньяк родился в 1928 г. в городке Zeigler (штат Иллинойс) в семье эмигрантов из Российской империи (с территории современной Украины). Учился в Университете штата Иллинойс (Urbana-Champaign), где в 1950, 1951 и 1954 г. получил соответственно степени бакалавра, магистра и Ph. D. по электротехнике. С 1963 г. Н. Холоньяк – профессор Иллинойского Университета. Он также член Национальной и Национальной инженерной академий наук США. Среди многих наград, полученных им, отметим медаль Почета общества IEEE (2003). В том же году он стал первым лауреатом Международной энергетической премии «Глобальная энергия» [144].

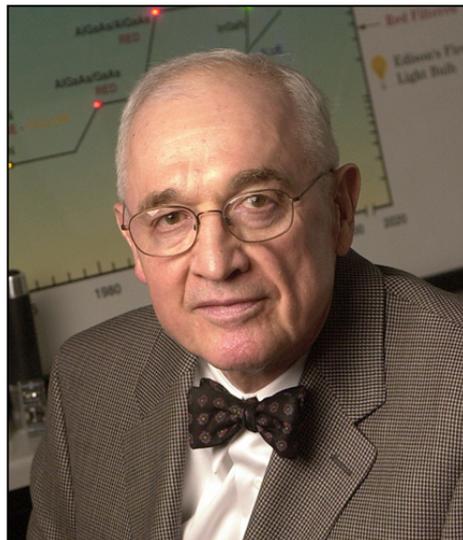
нием LED-технологий, выдерживают вибрацию, несильные удары, перепады давления, низкие температуры [145].

Не случайно первые потребители этих дисплеев были в Вооруженных силах США. Однако плохая переносимость высоких температур ограничивает пока их применение в странах с жарким климатом.

Ещё в 80-е гг. началось интенсивное проектирование оснащения американского солдата будущего. Так, в частности, для командира американского автоматического гранатомета с ленточным питанием МК.47 Striker 40 на шлеме закрепляется ретинальный¹ монитор, который получает изображение от бортового компьютера, что резко улучшает возможность слежения за обстановкой поля боя и получение тактической информации. Особенностью этого монитора является формирование изображения непосредственно на сетчатке глаза. При этом изображение «висит» в воздухе перед глазом. Такой монитор носит название Виртуального ретинального монитора (Virtual retinal display (VRD)).

Первые образцы VRD были созданы в 1991 г. в Университете штата Вашингтон в Сиэтле [146]. Изобретателем VRD (1986 г.) является сотрудник корпорации Nippon Electric Company Казуо Ёшинака (Kazuо Yoshinaka), позже перешедший на работу в лабораторию (Humen Interface Technology Lab) Университета штата Вашингтон [147].

Кроме использования VRD военными, началось широкое использование VRD в медицине, прежде всего хирургами при хирургических операциях.



Ник Холоньяк

¹ Retinal = относящийся к сетчатке глаза (англ.)

Отметим, что и OLED-дисплеям на смену приходят дисплеи TMOS (Time-Multiplexed Optical Shutter), основанные на технологии, использующей инерционность сетчатки человеческого глаза [148].

Наконец, в последнее время появились лазерные люминофорные дисплеи (Laser Phosphor Display) на основе лазерной панели¹. В них люминофор возбуждается веерными вертикальными пучками света от синих полупроводниковых лазеров.

Перейдем теперь к голосовым модемам². Напомним, что модем – это устройство, использующееся в системах связи для физического сопряжения информационного сигнала со средой его распространения. Модемы появились впервые в 50-х гг. в США в выделенной телефонной сети ПВО США на концах каждой линии связи.

Голосовые модемы первоначально были аналоговыми телефонными модемами, у которых звуковая информация внедрялась в поток данных (в аналоговом виде) на этапе модуляции (Analog Simultaneous Voice and Data (AVSD)).³

Позже появился цифровой способ голосовой передачи, при котором звук внедряется в цифровой поток. Звук при этом может оцифровываться как с микрофона на входе, подаваясь на наушники или без них с выхода, так и напрямую передавая звук с компьютера (или **на** компьютер) (Digital Simultaneous Voice and Data (DSVD))⁴ [149]).

Что касается веб-камеры, то она была создана на рубеже 1991/92 гг. в компьютерной лаборатории Кембриджского университета. Первоначально веб-камера состояла из устройства видео-

¹ Эти дисплеи представила в 2011 г. компания PRYSM из Сан-Хосе (Калифорния).

² Слово *модем* образовано из слов: **м**одулятор и **д**емодулятор.

³ AVSD = Аналоговая одновременная передача голоса и данных.

⁴ DSVD = Цифровая одновременная передача голоса и данных.



Л.С. Термен

наблюдения (frame grabber) с подключенной камерой, направленной на объект наблюдения, и специально написанного программного обеспечения для этого компьютера¹. Об этом факте опубликовал заметку в Common-Week (27 января 1992 г.) Роберт Меткальф (Robert Melancton «Bob» Metcalf: 1946). В 1993 г. Д. Гордон (Daniel Gordon) и М. Джонсон (Martin Johnson) подсоединили веб-камеру к Интернету (подробнее см. [150]).

Во введении к этой главе мы уже говорили о сенсорных перчатках Донецких студентов, превращающих жесты рук в голос (или текст) [97]).

В этой связи стоит сказать, что впервые перевод движения рук не просто в голос, а даже в музыку, был получен российским изобретателем Львом Сергеевичем Терменом (1896–1993)² в 1920 г.

¹ Чтобы узнать, можно ли воспользоваться машиной для приготовления кофе, находившейся в соседнем здании, не бегая туда, проще оказалось написать программу для уже имеющейся видеоаппаратуры. В этом участвовали трое: Боб Меткальф, Пол Ярдецки (Paul Jardtcki) и, сыгравший основную роль, Квентин Стаффорд-Фразер (Quentin Stafford-Fraser).

² Л. С. Термен окончил в 1916 г. Петербургскую консерваторию по классу виолончели, одновременно обучаясь на физическом и астрономическом фа-

Он изобрел электромузыкальный инструмент «Терменвокс». Во время исполнения, по крайней мере, одна из рук исполнителя не дотрагивается до инструмента [151].

§ 28. Интерфейс внешний

Этот параграф посвящен в основном истории копирования¹ материалов, получаемых в результате использования компьютера. При этом мы ограничимся историей создания а) принтеров, б) сканеров, в) факсов, опуская историю создания цифровых фотоаппаратов, электронных книг, а также других гаджетов, которые можно, в той или иной мере, тоже отнести к внешнему интерфейсу.

Начнем с истории создания принтеров. Традиционно, первым принтером с использованием компьютера, считается Принтер Чарльза Бэббиджа (Charles Babbage: 1791–1871), который он предполагал установить как в Analytical Engine, так и в New Dif-

культетах Петербургского университета. С 1928 по 1938 г. жил в США, где стал широко известен как шоумен (концерты по всей стране) и предприниматель (системами охранной сигнализации его конструкции оснащают даже тюрьмы). По возвращении в СССР был арестован и сослан в Магадан. Позже работал в «шарашке» А. Н. Туполева (1888–1972), где вместе с С. П. Королевым (1907–1966) создавал прототипы крылатых ракет. (При этом С. П. Королев был ассистентом у Л. С. Термена!). За разработку подслушивающих устройств получил в 1947 г. Сталинскую премию 1-й степени, но после 1967 г., когда в США узнали, что Л. Термен не был расстрелян в 1938 г. и об этом написали американские газеты, в СССР ему было разрешено работать только рабочим (физического факультета МГУ) [152].

¹ История копирования письменных материалов насчитывает не одно тысячелетие. Достаточно вспомнить писцов Древнего Египта [153] или переписчиков Первого императора объединенного Китая Цинь Шихуанди (Ин Чжень) (259–210 гг. до н. э.), издавшего ради стандартизации написания китайских иероглифов (в 213 г. до н. э.) закон, предписывающий всем, у кого есть книги, уничтожить их в течение одного месяца, за исключением разрешенных, написанных по стандарту иероглифами: по медицине, сельскому хозяйству и гаданию, а также книг из императорского собрания и хроник циньских правителей [14, с. 82].

ference Engine (№ 2), строительство которой было начато в 1847–49 гг., а завершено лишь 150 лет спустя (см. [1, с. 21, сноска]).

Принтеры, создававшиеся для первых электронных вычислительных машин XX века, не сильно отличались от пишущих машин с электроприводом. Не случайно, лучший принтер UNIPRINTER, созданный в 1953 г. (для компьютера «UNIVAC 1»), был изготовлен



*Принтер фирмы
Remington Rand для
компьютера «UNIVAC 1»*

фирмой Remington Rand, специализировавшейся до того времени на изготовлении, главным образом, пишущих машинок (см., например, [154]). Мы вернемся к этой теме после обсуждения лазерных принтеров. Заметим только, что UNIPRINTER не мог воспроизводить графической информации, даже простых графиков функций.

Далее, мы выделим из всех принтеров для компьютеров только три класса: матричные, струйные и лазерные, не останавливаясь на **термопринтерах, сублимационных принтерах, Интернет-принтерах** и других.

Начнем с матричных принтеров. В 1964 г. в японской фирме Seiko Epson Corporation¹ был создан первый в мире **матричный принтер** (коммерческая версия ER-101), в котором изображение

¹ Фирма берет свое начало от фирмы, занимавшейся первоначально продажей часов и основанной в 1881 г. Кинтаро Хаттори (Kintaro Hattori: 1860–1932). В 1964 г. фирма, будучи подразделением концерна Seiko Group – официального контролера времени для Олимпийских игр в Токио, изготавливает специальный хронометр со встроенным (матричным) принтером. В 1982 г. фирма выпускает первый в мире портативный компьютер HX-20 – прототип ноутбуков. Начиная с 1975 г., принтеры и другие устройства, изготовленные в рамках концерна Seiko Group, продаются под маркой Epson.

получалось из точек на бумаге, нанесенных иглами через черную или цветную ленту [155].

Формально¹ первый **струйный принтер** для компьютеров был создан фирмой Siemens в 1977 г. Как и в матричных принтерах, изображение на носителе формировалось из точек, но вместо головок с иглками для их получения использовалась головка, распыляющая жидкие красители под давлением.

В принтере фирмы Siemens в качестве такой головки служил пьезоэлектрический механизм [155]. Через год с небольшим фирма Canon заменила пьезоэлектрический механизм на термический².

В последующем оба способа распыления красителей стали использоваться в струйных принтерах. Более того, в 1994 г. фирма Hewlett Packard (HP) создала модель струйного принтера Inkjet³, использующего технологию пузырьково-струйной термомпечати [155].

Вернемся в 1971 год. В том году фирмой Xerox был создан первый **лазерный принтер** для сети Ethernet (EARS). Но первые образцы этого принтера оказались столь дорогими, что их могли себе позволить закупать лишь Вооруженные силы США. Их серийное производство началось во второй половине 70-х. Но даже появление в 1975 г. лазерного принтера фирмы IBM не снизило

¹ Фактически первый струйный принтер был построен шведской фирмой Siemens Elena еще в 1948 г. для регистрации результатов измерений.

² Любопытно, что использование тепла привело к появлению (в 1988 г.) целого нового класса принтеров – **термопринтеров**, у которых, как и у матричных принтеров, есть иглы, но это «термоиглы», воздействующие на термочувствительную бумагу. Этот класс принтеров широкого применения не получил, хотя первый экземпляр был построен известной фирмой IBM (модель IBM Quiet Writer 1988 г.). В СССР был построен в 1989 г. аналогичный принтер модели «Электроника МС 6312» – клон появившегося на западном рынке принтера Kodak Diconix-150.

³ «Разбрызгиватель чернил».

существенно цены этих принтеров¹. В соотношении цена/качество они проигрывали матричным принтерам. Только в 1984–85 гг. появление лазерных принтеров Laser Jet фирмы HP и Laser Writer фирмы Apple Computer, ставших домашними принтерами, изменила эту ситуацию.

В основе технологии как лазерных принтеров, так и приборов, названных ксероксами, лежит открытие в 1938 г. американским физиком Честером Карлсоном (Chester Floyd Carlson: 1906–1968)² принципа **электрографии** или фотографии без процесса проявления¹.

¹ Например, принтер Хегох 9700 стоил в 1976 г. 350000 долларов. Существенным преимуществом лазерных принтеров по сравнению с матричными и струйными принтерами была бесшумность и скорость печатания.

² Ч. Карлсон родился в бедной семье в 1906 г. С 12 лет ему пришлось работать и учиться, поддерживая семью, так как родители из-за туберкулеза постепенно стали беспомощными инвалидами. Мать умерла, когда Честеру было 17 лет. По совету своего дяди по окончании средней школы Честер поступил в Riverside Junior College, где можно было совмещать работу и учебу. Более того, Честеру удалось завершить учебу вместо 4 лет за три года. Далее, он перебрался в Пасадену, где поступил в 1928 г. в Калифорнийский Технологический Институт (CalTech), взяв кредит на учебу. По окончании учебы в 1930 г., а это был разгар Великой депрессии, перед Ч. Карлсоном встала проблема поиска работы. В 1931 г. он нашел место инженера-исследователя в Bell Telephone Laboratories в Нью-Йорке. В 1932 г. у Ч. Карлсона умирает отец, а еще через год, в связи с кризисом, его увольняют. Через 6 недель Ч. Карлсон находит работу в патентном бюро, а уже через год он погашает задолженность за учебный кредит. Для успеха в работе Ч. Карлсону требовалось чтение огромного числа юридической литературы. Не имея возможности всю её купить, он копирует вручную сотни страниц. К 1938 г., чтобы облегчить себе работу, он изобретает «фотокопир», основанный на открытии явления, названного им **электрографией** (Electron Photography) [156], при этом изображение получалось на цинковой пластине, покрытой слоем серы. Для воплощения идей Ч. Карлсона в действующую модель ему нужен был помощник. Таким оказался бежавший из захваченной нацистами Австрии физик и инженер Отто Корнеи (Otto Kornei:1903–1993) [156]. В 1939 г. появились реально действующие первые (но не промышленные!) копировальные аппараты, прототипы как ксероксов, так и лазерных принтеров. Фирма Haloid Co., инвестировавшая в течение более 10 лет в создание промышленных копировальных аппаратов на базе результатов Ч. Карлсона и О. Корнеи, добилась успеха и

Чуть позже мы вернёмся к ксероксам, а пока отметим, что в СССР основными печатными устройствами для компьютеров почти до конца 70-х гг. оставались так называемые алфавитно-цифровые печатающие устройства (АЦПУ) [161].

АЦПУ, использовавшиеся в СССР, фактически воспроизводили UNIPRINTER. Главной частью этого принтера был вращающийся барабан, состоявший из колец, на поверхности которых были рельефные буквы и цифры. Количество колец с алфавитом равнялось максимальному количеству символов в строке. За барабаном располагалась линейка молоточков, приводимых в действие электромагнитами. Широкая лента бумаги проходила между линейкой и барабаном, при этом в момент прохождения нужного символа на вращающемся барабане молоточек ударял по бумаге, прижимая её (через красящую ленту) к барабану. За один оборот барабана печаталась одна строка на бумажном рулоне.

Не случайно АЦПУ называются барабанными принтерами (drum printer (англ.)). В СССР строительство первого АЦПУ на-

была переименована в 1958 г. в Haloid Xerox, а в 1961 г. – в ставшую всемирно известной фирму Xerox Co. В 1959 г. появились первые автоматические копировальные автоматы «Xerox 914». Умер Ч. Карлсон от инфаркта в 1968 г. [157].

¹ Эту технологию называют сухой фотографией, а поскольку по-гречески «сухой» = хегос, то вместо термина «электрография» стал использоваться термин «ксерокопирование». Идея электрографии заключается в использовании фотобарабана: по поверхности фотобарабана равномерно распределяется статический заряд, который снимается в нужных местах либо светодиодным лазером, либо светодиодной линейкой, и, в итоге, на поверхности фотобарабана появляется скрытое изображение. Далее на фотобарабан наносится тонер, после чего фотобарабан прокатывается по бумаге, при этом тонер переносится на бумагу. Бумага проходит через блок термозакрепления для фиксации тонера, а фотобарабан очищается от остатков тонера и разряжается в узле очистки [158–160]. Любопытно, что в России еще в октябре 1916 г. была подана заявка на изобретение для копирования «Электрофотографического аппарата» Ефимом Евграфовичем Гориным (1881–1951), использовавшего свойства полупроводников для воспроизводства изображения. Позже уже в советское время им был изобретен (1926/28 гг.) способ размножения текстов и иллюстраций для слепых [160].

чалось в 1959 г. для семейства «Уралов», создававшихся в Пензе под руководством Генерального конструктора Б. И. Рамеева (см. [1, с. 64–65]). Надежность и скорость АЦПУ, созданных в Пензе, уже¹ ничем не уступали принтерам барабанного типа, производимых на Западе [163].

Что касается электрографии и создания на её основе собственных копируемых аппаратов, в том числе и для внешнего интерфейса, то в СССР, после периода НЭПа, работы возобновились только с 1949 г. – вначале в Научно-исследовательском кинофотоинституте (образован в 1929 г. в Москве), затем с 1956 г. – в «НИИ Полиграфмаш» (Москва), а с 1957 г. – и в «НИИ электрографии» (Вильнюс), совместно с ПО «Оргтехника», с заводом «Сухумприбор» и Казанским оптико-механическим заводом. Все созданные копируемые аппараты (например, «ЭРА», «РЭМ-600») использовались только в учреждениях.

Говоря о других копируемых устройствах внешнего интерфейса, за-

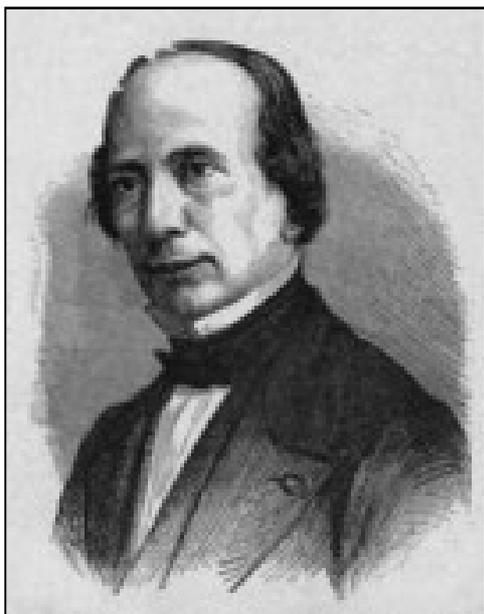


Е. Е. Горин



Честер Карлсон

¹ Например, у «Сетуни», первой в мире ЭВМ с троичной симметричной системой представления чисел (создана в 1959 г. под руководством Николая Петровича Брусенцова (р. 1925)), печать осуществлялась на бумажную перфоленту ещё со скоростью 100 зн./сек. [162, с. 52–53], а в АЦПУ-128-2 – уже 1000 зн./сек.



Джованни Казелли

метим, что в основе применения и сканеров¹, и факсов, и цифровых фотокамер лежит открытая в 1855 г. итальянским физиком Джованни Казелли (Giovanni Caselli: 1815–1891)², идея сканирования с помощью иглы изображения, нарисованного токопроводящими чернилами [164].

Дальнейшим развитием идеи сканирования мы обязаны физику и математику Артуру Корну (Arthur Korn: 1870–1945³) – изобретателю фототелеграфа (1904–1906 гг.). Идея фототелеграфа основана на использовании фотоэлемента: при перемещении узкого луча света по поверхности, закрепленной на барабане фотографии, этот луч,

¹ В данном параграфе речь идет только о сканерах изображений, поскольку существуют сканеры механических напряжений и других внутренних деформаций, например сканер механических напряжений «STRESSVISION».

² Д. Казелли родился в Сиене в 1815 г. Первоначально он изучал историю, литературу и теологию. Кроме того, изучал физику под руководством Л. Нобили (Leopoldo Nobili: 1784–1835). Особый интерес проявлял к электрохимии и электромагнетизму. В 1836 г. его вводят в духовный сан. В 1849 г. он получает должность профессора физики в университете Флоренции. К 1855 г. относится изобретение им «пантелеграфа», которое он патентует в 1861 г. в Европе и в 1863 г. – в США. За это изобретение становится во Франции кавалером Почетного Легиона [165].

³ А. Корн родился в еврейской семье в Бреслау (ныне Вроцлав) в 1870 г. Учился в гимназиях Бреслау и Берлина. Затем изучал математику и физику в университетах Лейпцига, Берлина, Парижа, Лондона и Вюрцбурга. В 1895 г. он получил право читать лекции в Университете Мюнхена, а в 1903 г. там же стал профессором. В 1904 г. провел демонстрацию первой фотоэлектрической факс-системы. В 1914 г. становится во главе кафедры физики в Технологическом Институте Берлина. В 1935 г. нацисты лишили его права преподавать. Тогда А. Корн вместе со своей семьей бежал из Германии через Мексику в США. С 1939 г. он заведовал кафедрой физики и математики в Стивенса Технологическом Институте штата Нью-Джерси [165; 166].

отражаясь от светлых мест фотографии, попадал на катод селенового фотоэлемента, вызывая ток эмиссии, пропорциональный количеству падающего света.

Технология, предложенная А. Корном, применяется в барабанных сканерах. Около 40 лет тому назад появились планшетные сканеры, т. е. сканеры, представляющие по форме планшет, внутри которого расположен



Артур Корн

механизм сканирования, а также проекционные, рулонные и ручные сканеры. В планшетных сканерах вместо одного светочувствительного элемента имеется целая матрица таких элементов, что обеспечивает высокое качество и сравнительно высокую скорость сканирования. Планшетные сканеры существенно дешевле барабанных, но в барабанных сканерах можно получить самое высокое качество изображения.

В зависимости от толщины планшетного сканера в них возможно сканирование и рельефной поверхности¹. Добавим также, что в бытовых сканерах в последнее двадцатилетие содержатся собственные микропроцессоры.

В заключение этого параграфа – несколько слов о факсах.² Напомним, что прообразом современного факса является *панте-*

¹ Планшетные сканеры выпускаются, как правило, теми же фирмами, которые производят и принтеры. В России выпускаются и собственные сканеры, по качеству сканирования не уступающие западным аналогам, но при этом обеспечивающие нормальную работу при пониженных температурах, тряске и запыленности. В качестве примера сошлюсь на планшетный сканер СК-2, производимый в ОАО «Ленполиграфмаш».

² Факс (от лат. *fac simile* – делать одинаково) – аппарат факсимильной связи для реализации технологии передачи изображений электрическими сигналами.

леграф Джованни Казелли, изобретенный им ещё в 1856 г. [165], а современная факсимильная связь включает в себя операции развертки и модуляции (в передатчике), каналы связи с жесткой полосой пропускания (как правило, телефонные коммутируемые линии), демодуляцию, свёртку, запись изображения или информации (в принимающей аппаратуре).

Факс-аппарат включает в себя сканер, принтер, модем (модулятор/демодулятор) и телефонную трубку (см., например, [167, с. 98, 100]).

Развитие интернет-технологий и появление электронной подписи привело к резкому сужению области применения факсов.



Фуджио Масуока

Впрочем развитие IT-технологий ведет и к серьёзному переосмыслению значения привычных нам не только вещей, но и целых институций. Например, изобретение в 1984 г. инженером компании Toshiba **Фуджио Масуокой** (Fujio Masuoka: 1943) флеш-памяти привело не только к скачку в обмене информацией и появлению новых гаджетов, но и изменению формы деятельности обычных библиотек.

ми на расстоянии. Состоит из передатчика, линии связи и приемника. Исторически в качестве линий связи использовались телефонные линии, хотя сам А. Корн ещё в 1922 г. демонстрировал возможность использования беспроводных линий для передачи изображения и радиосвязи. Совместная работа с радиоинженером др. Е. Неспером (Eugen Nesper: 1879–1961) была опубликована в 1926 г. [168].

Упражнения к главе VIII

1. Дайте периодизацию развития HCI «по Шэкею».
2. Охарактеризуйте два типа подключения к компьютеру периферийных устройств. Кто разработал первый параллельный интерфейс?
3. Дайте характеристику SCSI-устройства и его предшественника.
4. Какое применение ЭЛТ (и когда) впервые предложил Борис Львович Розинг?
5. На чем основана идея плазменного дисплея? Где и когда впервые были разработаны жидкокристаллические дисплеи?
6. В чем заключается особенность интеллектуальных дисплеев?
7. Какова основная особенность LED-технологии?
8. Дайте характеристику первых матричных и струйных принтеров. Когда эти принтеры появились?
9. В чём смысл принципа электрографии? Кто его создатель?
10. В чем смысл открытия Джованни Казелли?

Глава IX. Компьютерная графика

Эта глава, в отличие от всех остальных, не содержит параграфов.

В ней будет представлено четыре основных направления развития компьютерной графики:

- история **системы CAD/CAM**;
- история **компьютерной анимации**;
- история **интерактивных графических игр**;
- история появления **языка PostScript**.

В первых трех направлениях мы сравнительно подробно рассмотрим развитие до 1980 г., делая лишь экскурсы в более позднее время, а в последнем – до середины 80-х гг.

При этом мы не будем заниматься историей программных средств, включая графические редакторы, драйверы графических устройств, средства просмотра изображений, архиваторы изображений, средства тестирования и настройки аппаратных устройств, подключаемые модули (плагины).

Начнём с определения. **Компьютерная графика** – «это автоматизированные информационные процессы, связанные с различными аспектами работы с изображениями, представленными в цифровом виде в соответствии с той или иной информационной моделью» [169]. С фактической точки зрения, можно считать, что компьютерная графика как научно-прикладная дисциплина существует с 1968 г., когда в университете города Штуттгарта (ФРГ) под руководством профессора Макса Бенса (Max Bense: 1910–1990)¹ была защищена Георгом Нисом (Georg Nees: 1926)¹ первая

¹ М. Бенс (в Германии произносится Бензе) родился в Страсбурге в 1910 г. В 1918 г. его семья, как и многие немецкие семьи, была вынуждена покинуть

в мире докторская диссертация по компьютерной графике «Generative Computer-Grafik» (Г. Нис был первым из «3N» – трех пионеров компьютерной графики. Двумя другими были Ф. Наке (Frieder Nake: 1938) и А. Майкл Нолл (A. Michael Noll: 1939).

Напомним (см. с. 46), что с формальной точки зрения компьютерную графику уже назвал наукой А. Сазерленд в 1963 г. в своей диссертации.

Вернёмся сейчас в середину 40-х гг. Именно тогда лаборатория сервомеханизмов МПТа получила заказ на создание анализатора ста-



Макс Бенс

Страсбург, поскольку, по результатам I Мировой войны, Эльзас и Лотарингия возвращались Франции. Он окончил гимназию в Кёльне и с 1930 г. учился в Боннском университете, изучая физику, химию, математику и философию. В 1937 г. он под руководством Оскара Беккера (Oskar Becker: 1889–1964) защитил докторскую диссертацию «Quantenmechanik und Daseinsrelativität» на стыке квантовой механики и философии. Во время II Мировой войны был призван в армию и служил солдатом вначале на метеостанции, а затем – медицинским техником в Берлине и Георгентале. На рубеже 1945–46 гг. защитил хабилитацию в университете г. Йена, и стал там экстраординарным профессором. В 1948 г. М. Бенс покидает советскую зону оккупации, и с 1949 г. преподает в Высшей Технической школе Штуттгарта (в 1967 г. преобразована в университет). М. Бенс одним из первых применяет возможности компьютера к изучению поэзии (1953 г.), речи, философии, искусства [170; 171].

¹ Мы намеренно даём имя Георг, а не Джордж, поскольку Г. Нис родился в 1926 г. в Нюрнберге и является немецким ученым. Компьютерным программированием занимается с 1959 г. С 1965 г. он начал работать в фирме Siemens в Эрлангене, первоначально программируя на Алголе генератор случайных чисел для «Графомата» (Graphomat Z-64), тогда еще примитивного плоттера, изобретенного Конрадом Цузе (Konrad Zuse: 1910–1995). В 1968 г. им было создано художественное произведение «Скульптура» – первая в мире скульптура, генерированная компьютером. В том же году он получает степень Ph. D. за диссертацию «Generative Computer-Graphik» [173]. В 1977 г. – звание почетного профессора Университета в Эрлангене. В 2010 г. выходит его книга, подытожившая многолетние размышления о компьютерной графике [174].



Георг Нис

бильности самолетов ВМС США, а также создание тренажера для этих самолетов. Этот заказ руководитель лаборатории профессор Гордон Браун (Gordon Stanley Braun: 1907–1996) поручил выполнить группе сотрудников, возглавляемой Джейм Форрестером (Jay Wright Forrester: 1918)¹. В качестве оборудования предполагалось создание пилотской кабины и компьютера. Однако последнее оказалось столь непросто, что оно (в 1945 г.) было выделено в отдельный проект под названием «Whirlwind» («Вихрь»).

К началу 50-х гг. компьютер Whirlwind наконец был построен, но уже к этому времени основным заказчиком стали ВВС США, и компьютер предназначался для обработки результатов системы противовоздушной обороны [171; 172]. Группа сотрудников, возглавлявшаяся Д. Форрестером, образовала ядро новой лаборатории, созданной в 1951 г. и позже получившей название Lincoln Laboratory.

Именно тогда, по просьбе заказчика – ВВС США, вывод информации вычислительными машинами, обслуживавшими сеть

¹ Д. Форрестер родился в 1918 г. в штате Небраска. В 1936 г. после окончания средней школы он поступил в Инженерный колледж Университета штата Небраска по специальности «Электротехника». По окончании учебы в 1939 г. он был принят в MIT ассистентом. Во время II Мировой войны он работает под руководством Г. Брауна в лаборатории сервомеханизмов над военными заказами, в частности над системами контроля радаров. После 1951 г. Д. Форрестер возглавил в MIT лабораторию цифровых компьютеров, основной задачей которой являлось создание компьютерного обеспечения NORAD-системы противовоздушной обороны Северной Америки. В 1956 г. он перешел в MIT в Школу Менеджмента. В 1982 г. Д. Форрестер был награжден премией «Пионер Компьютеров» за создание под его руководством в 50-е гг. языка программирования нижнего уровня «DYNAMO» [175].

радаров, предполагалось сделать в наглядной форме, а не в виде «простыни» чисел.

В частности, траекторию движения самолета должна была демонстрировать на экране монитора (ЭЛТ) цепочка огоньков с нанесенными расстояниями до реперов. В декабре 1951 г. это было продемонстрировано в телевизионной программе «Смотри это сейчас» на примере реального полёта ракеты «Викинг». Первая графическая система, созданная в Лаборатории Д. Форрестера, получила название



Джей Форрестер

SAGE (Semi Automatic Ground Environment) [176; 177].

Система SAGE через несколько лет плавно стала использоваться и в системе управления гражданскими самолетами. Но гораздо более значимым для развития компьютерной графики оказалось создание в 1957 г. системы CAD/CAM¹ (в России получившей название САПР-системы автоматического проектирования). Создателем системы CAD/CAM был др. П. Ханратти (Patrick J. Hanratty: 1930–2008).

В 1957 г., работая в фирме General Electric над первым коммерческим языком программирования ProNTo², П. Ханратти создает систему, позволившую автоматизировать использование

¹ CAD = computer-aided design. В России аббревиатуре CAD соответствовала первоначально САПР общего назначения, а аббревиатуре CAM = computer-aided manufacturing programs – АСТПП (автоматизированная система технологической подготовки производства). Позже появилась ещё одна англоязычная аббревиатура CAE (computer-aided engineering), которой, к счастью для русского языка, сокращения не нашлось. Она заменяла 4 слова: средства автоматизации инженерных расчетов [178; 179].

² ProNTo = Prolog Natural Language Tools. Напомним, этот язык появился на два года раньше КОБОЛа.



Патрик Ханратти

банковских чеков¹. Одновременно у него рождается идея автоматизации процесса проектирования, не нашедшая, впрочем, тогда признания. Только в 1961 г., перейдя в исследовательскую лабораторию фирмы General Motors, он создает первую систему CAD/CAM – интерактивной графики.

Через два года (в 1963 г.) Айвон Сазерленд разовьёт визуальную симуляцию, ставшую составной частью системы CAD/CAM.

Впрочем, в 1970 г. П. Ханратти основал собственную компанию, оказавшуюся коммерчески несостоятельной, а вот новая компания Manufacturing and Consulting Services (MCS), образованная им через год, существенно повлияла на развитие САПР.

Заметим, что, вообще говоря, САПР состоит из двух групп подсистем: *проектирующих и обслуживающих*. Из обслуживающих подсистем нас интересует лишь подсистема графического ввода-вывода. Разумеется, в 60–70-е гг. эта подсистема была ещё весьма несовершенна. И это объяснялось неразвитостью графических терминалов, подключаемых к компьютерам компаний ИВМ и СВС.

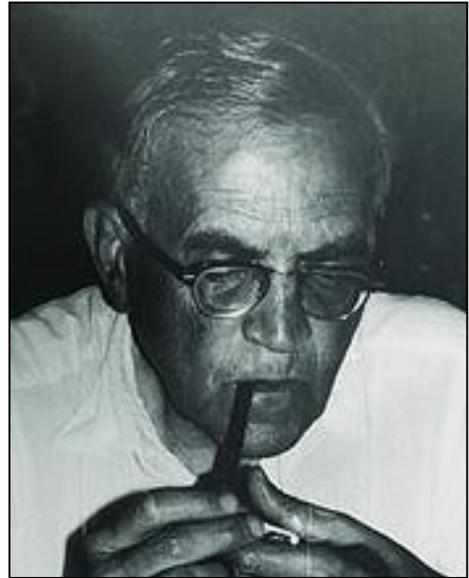
В теоретическом плане моделирование кривых и поверхностей любой формы стало возможным благодаря работам математиков. Прежде всего укажем на работу 1946 г. потомка немецких евреев, переселившихся около 200 лет назад на территорию Бессарабии, Исаака Шёнберга (Isaac Jacob Schönberg: 1903–1990)²

¹ Эта система была одобрена Американской Банковской Ассоциацией и действует до сих пор.

² И. Шёнберг родился в 1903 г. в местечке Галати (Румыния). Степень магистра получил в 1922 г. в Ясском университете. С 1922 по 1925 г. учился в

[180]. Именно И. Шёнберг создал теорию В-сплайнов, сыгравших огромную роль в геометрическом моделировании.

Следующий важный шаг в создании математического фундамента для CAD/CAM был сделан французским физиком и математиком Полем де Кастельжо (Paul de Casteljau: 1930). В 1959 г., работая в исследовательском подразделении фирмы «Ситроен», он разработал алгоритм для оценки расчетов семейства кривых, а к 1963 г. – и семейства поверхностей [181; 182].



Исаак Шёнберг

Первоначально и этот алгоритм, и эти кривые, и эти поверхности носили его имя. Однако вскоре эти разработки привлекли внимание директора «Рено», отвечавшего за станкостроительный парк фирмы, Пьера Безье (Pierre Étienne Bézier: 1910–1999). С 1966 г. он регулярно публикует статьи в журнале «Automatism», описывающие результаты П. де Кастельжо [183; 184]. Итог известен: и алгоритм, и кривые, и поверхности стали называть именем Безье.

С другой стороны, надо отдать должное П. Безье в развитии с конца 60-х – начала 70-х гг. системы CAD/CAM, точнее системы UNISURF [185; 186].

Берлине и Геттингене, занимаясь аналитической теорией чисел под руководством И. Шура (Issai Schur: 1875–1941). В 1926 г. И. Шёнберг получает степень Ph. D. в Ясском университете. В 1926–28 гг. он преподает в Hebrew университете в Иерусалиме. В 1930 г. по стипендии Рокфеллера едет в США как профессор-исследователь, работая в Чикаго, Гарварде и Принстоне, и принимает решение остаться в США. Во время II Мировой войны работает (1943–45 гг.) в знаменитой Испытательной Абердинской Станции вооруженных сил США. Именно тогда он и создаёт свою теорию В-сплайнов.

Вернемся на время в середину 50-х гг. В это время профессор МІТа Стивен Кунс (Steven Anson Coons: 1912–1979), работая в лаборатории электронных систем, выполнял заказ Chance Vought Aircraft Company¹.

В своем отчете «*An Analytic Method for Calculations of the Contours of Double Curved Surfaces*» он построил новую конечную кривую, определенную на единичном квадрате с помощью полинома седьмой степени. В сущности, этот отчет только формализовал его работу над геометрией крыла самолета, которой он занимался во время войны². Ряд публикаций С. Кунса [187; 188] в открытой печати, начиная с 1966 г., составили основу для применения³ компьютерной графики на протяжении всех 70-х гг. в американских авиастроительных компаниях, и не только в них.

С середины 60-х гг., кроме МІТа, активную разработку САПР вели ученые из университета города Цинциннати (штат Огайо), которые в 1967 г. основали компанию SDRC (Structural Dynamics Research Corporation), ставшую одним из лидеров по разработке и внедрению модификации CAD/CAM, названной I-DEAS. Другой модификацией системы CAD/CAM была система TIGER, разрабатывавшаяся, начиная с 1979 г., в корпорации Boeing и базирующаяся на неравномерных рациональных B-сплайнах (NURBS)⁴.

¹ Компания так называлась в 1954–1960 гг. С 2010 г. она носит название Triumph Group.

² Аналогичную проблему решал во время войны, но с помощью функций комплексной переменной, М. В. Келдыш (1911–1978).

³ Отметим, что упомянутые выше А. Сазерленд и Л. Робертс были студентами С. Кунса, как, впрочем, и К. Весприлл (Kenneth J. Versprille), защитивший в 1975 г. докторскую диссертацию под руководством С. Кунса, посвященную *неравномерным рациональным B-сплайнам* (см. [189]), а также Николас Негропonte (Nicholas Negroponte: 1943) – один из пионеров развития CAD, кстати родной брат бывшего директора Национальной разведки США Джона Негропonte (John Dimitri Negroponte: 1939).

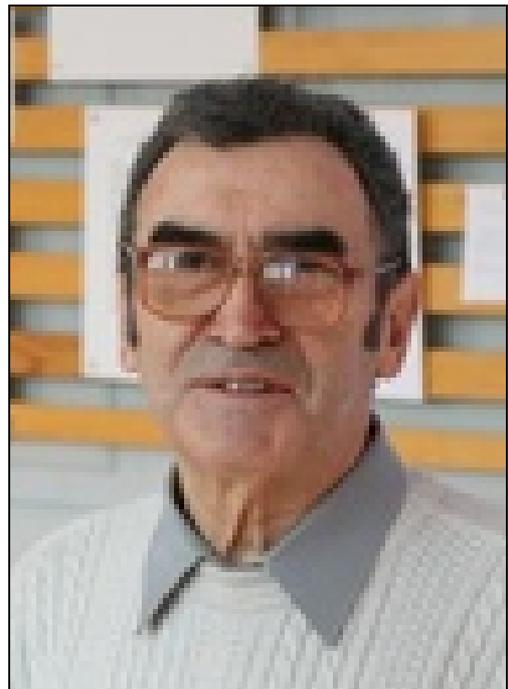
⁴ NURBS = Non-uniform rational B-spline.

Возможность графического представления любой гладкой кривой с помощью компьютера основана на том факте, что любая гладкая кривая аппроксимируется в некоторой окрестности кривой Кастельжо (Безье).¹

А что же происходило с САПР в СССР? О развитии САПР в 70-е гг. достоверная информация пока закрыта. Первая коммерческая версия системы «Компас 1.0»² появилась лишь в 1989 г.

Впрочем, российский «след» в мировом развитии САПР есть: как хорошо известно, лидер мирового развития САПР к началу 90-х гг. компания PTC (Parametric Technology Corporation) была основана в США в 1985 г. математиком Самуэлем (Семёном) П. Гейсбергом (Samuel P. Geisberg)³, к моменту эмиграции в США прожившему более 30 лет в СССР. Компания PTC вкладывает и сейчас значительные средства в развитие информационного образования в России.

Добавим также, что в самой России усилиями школы Василия Николаевича Малозёмова (р. 1939) был создан дискретный гармонический анализ, явившийся серьёзным математическим заделом для дальнейшего развития САПР и не только (см., например [193]).



В. Н. Малозёмов

¹ Подробнее см. две работы Юджина Ли (Eugene Lee) [190; 191], участника проекта TIGER, а также работу [192].

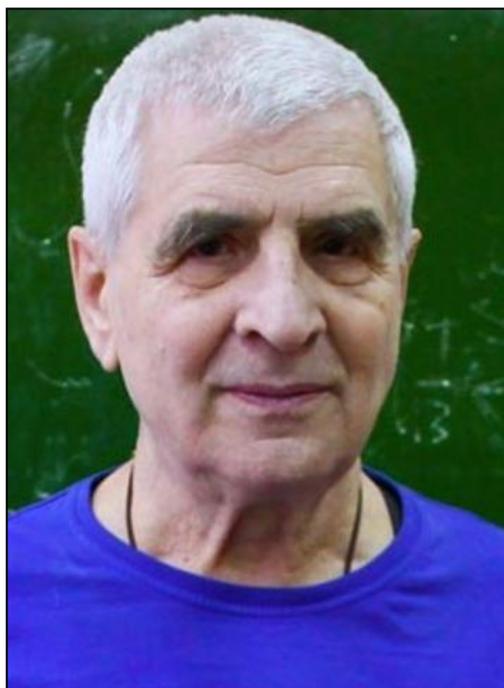
² Разработана российской компанией «Аскон».

³ С. П. Гейсберг эмигрировал из Ленинграда в 1974 г., при этом его жена оставалась «невъездной» еще несколько лет.

Прежде, чем переходить к компьютерной анимации, напомним, что основными информационными моделями изображений являются **векторная информационная модель** и **пиксельная информационная модель**.

В векторной модели изображения представляются в виде линий – прямых или кривых. Для формирования пиксельной информационной модели¹ изображения выполняется разбиение (*растрирование*) плоскости на одинаковые по форме выпуклые области (чаще всего квадратные, прямоугольные или правильные шестиугольные элементы) – элементы растра. Если отказаться от требования выпуклости элементов разбиения, то процедура разбиения называется *тесселяцией* (см. [169, с. 42]).

В пределах каждого из элементов растра (тесселя) производится усреднение цветовой характеристики, а после выполнения усреднения элемент растра (тесселя) становится пикселем.



Н. Н. Константинов

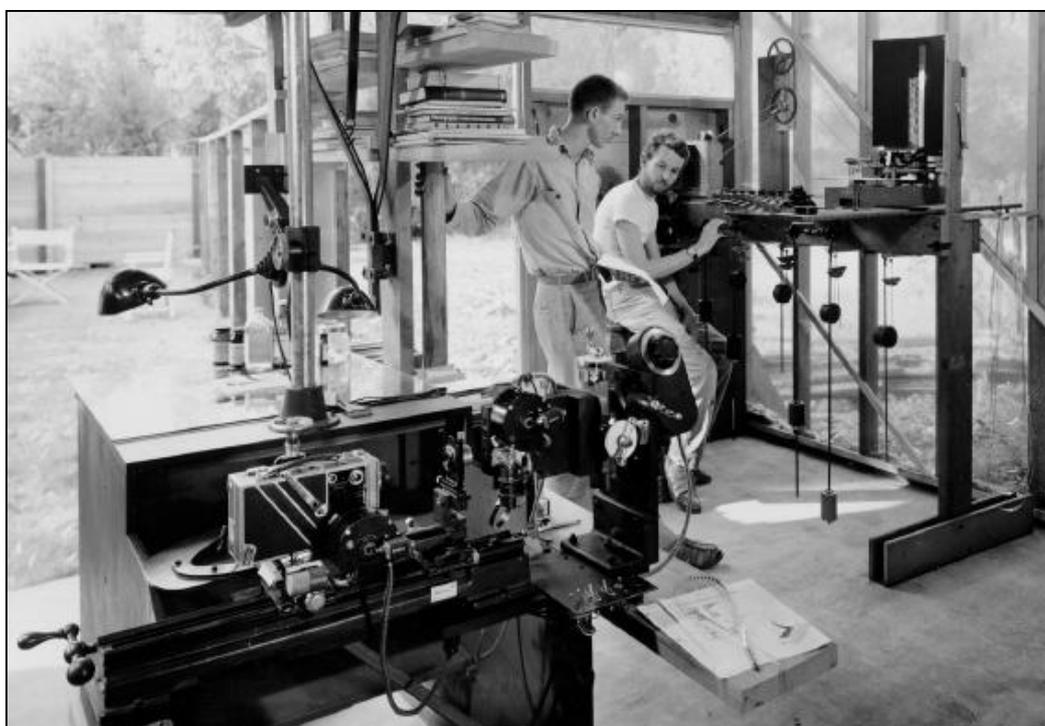
Историю компьютерной анимации начнем не в хронологическом порядке, а именно с эпизода в Москве 1968 г. В тот год впервые в СССР был сделан учебный компьютерный фильм (о деформации молекулы ДНК)², в котором ходила, как живая, «компьютерная» кошечка. Автором фильма был биолог Валерий Иванов, а автором компьютерной программы для БЭСМ-4 был его преподаватель математики, физик по образованию,

¹ Устаревшее название этой модели – *точечная* модель.

² Любопытно сопоставить этот фильм с компьютерно-анимационным учебным фильмом для диабетиков А. Китчинга (1994 г.) «Looking After Yourself».

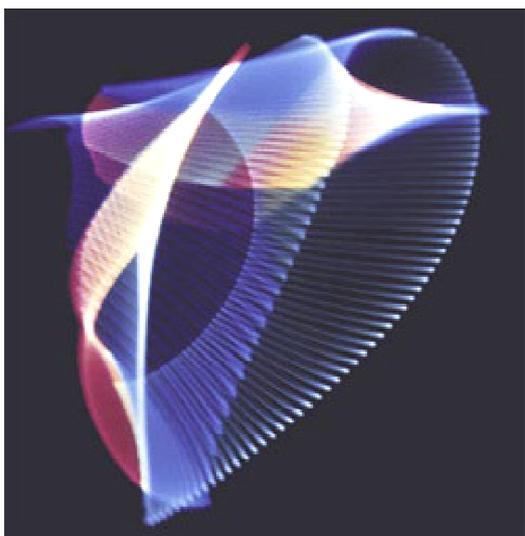
Николай Николаевич Константинов (р. 1932 г.), при участии Владимира Пономаренко и Виктора Минахина (см. «Квант». 2010. № 1).

А теперь вернемся к хронологии компьютерной анимации. Начнем с 1960 г. В тот год в США Джоном Уитни (John Whitney, Sr.: 1917–1995) была основана компания Motion Graphics Incorporation, которая использовала механический аналоговый компьютер для создания «движущихся» картинок.¹ Позже (уже в 70-е гг.) для этих целей стали использовать и цифровые компьютеры [194].



Братья Джон и Джеймс Уитни

¹ Джон Уитни родился в 1917 г. в Пасадене (Калифорния). Получил степень бакалавра в Pomona College в 1937 г. Ещё год (1937–38) учился в Париже. Вернувшись в 1939 г. в Америку, выпустил в 1940–45 гг. в сотрудничестве со своим братом Джеймсом (James Whitney: 1921–1982) серию экспериментальных абстрактных фильмов, награжденных в 1949 г. в Бельгии. В 50-е гг. стал использовать механическую технику анимации при создании телевизионных программ и рекламы. В США Джон Уитни назван «отцом» компьютерной анимации [195; 196]). Его брат Джеймс, кинорежиссер, с 1950 г. занимался визуализацией музыки, используя трансформацию цвета и форм [197].



Узор Бена Лапоски

Попытки использования техники, связанной с компьютерной, для графического изображения предпринимались уже со второй половины 40-х и в 50-е гг. Наиболее известен чертежник и художник из г. Чероки (штат Айова) Бен Лапоски (Ben Francis Laposky: 1914–2000).¹

В 1960 г. служащие компании Boeing У. Феттер (William Fetter: 1928–2002) и В. Бернхардт (Walter Bernhardt), работая в знаменитой лаборатории Lawrence Livermore Lab, заложили в базу данных компьютера координаты модели самолета и получили с помощью плоттера перспективное изображение модели самолета [199].

В 1963 г. в приложении к своей диссертации А. Сазерленд привел компьютерную программу (Sketchpad), которая позволила в реальном времени рисовать кривые и поверхности на экране дисплея с помощью светового пера (подробнее см. [200]).

¹ Б. Лапоски до 1942 г. рисовал в Чероки (Cherokee) вывески. С 1942 г. – в армии, участвовал в рейдах против японцев. Был награжден за мужество высшей наградой «Пурпурное сердце». Ещё с довоенных времен увлекся магическими квадратами, публикуя их в местных газетах. После войны продолжил изготавливать вывески в Чероки. В Университете Чикаго он закончил расширенный курс элементарного рисования. Позже (после 1947 г.) для получения узоров и «визуальной» музыки начинает использовать осциллоскоп – составную часть аналогового компьютера. Выставка «Electronic Abstractions» с его работами объехала более 200 городов США. Эти работы публикуют десятки журналов, включая Scripta Mathematica. С середины 60-х гг. для получения узоров Б. Лапоски начинает использовать цифровой компьютер. В 1950 г. за работы по изучению магических квадратов был избран членом Американского Математического Общества [198].

Через 5 лет (в 1968 г.) вместе с Дэвидом Эвансом (David Evans: 1924–1998)¹ А. Сазерленд создает компанию Evans & Sutherland, явившуюся первой компанией, специализировавшейся в компьютерной графике [201].

В тот же год архитектор П. Камнитцерс (Peter Kamnitzer: 1921–1998) создает в Калифорнийском университете (Лос-Анджелес) с помощью компьютера NASA II нарисованный (впервые) пейзаж города [199].

В 1971 г. выходит первая в мире научная книга (на немецком языке) [202], посвященная компьютерной графике и компьютерному искусству. Её автор – физик-теоретик (специализация – электронная оптика) д-р Герберт Франке (Herbert W. Franke: 1927).²

Вышедшая в 1973 г. книга [194] У. М. Ньюмена (William M. Newman)³ и Роберта Спроулла (Robert F. Sproull: 1945)⁴ «*Principles of Interactive Computer Graphics*» [194] стала *первой книгой на английском языке*, посвященной компьютерной графике (её широко известное второе издание вышло в 1979 г.).

¹ Профессор Университета штата Юта Д. Эванс был организатором факультета компьютерных наук.

² Г. Франке родился в Вене. В 1973–1997 гг. читал специальный курс «Компьютерная графика – компьютерное искусство» в Мюнхенском университете. Прославился также как автор книг по научной фантастике. (Не путать с американским писателем-фантастом Гербертом Фрэнком (Herbert Patrick Frank: 1920–1986)).

³ У. Ньюмен в 1973–79 гг. работал в исследовательском центре корпорации Херох. В 1988–2002 гг. – профессор в Кембридже (Великобритания). Основные области его интересов: компьютерная графика и интерактивные System Design.

⁴ Р. Спроул получил степень бакалавра по физике в Гарварде в 1967 г., магистра компьютерных наук – в Стэнфорде в 1970 г., и там же – Ph. D. компьютерных наук в 1977 г. Он является членом Национальной инженерной Академии США, действительным членом Американской Академии Искусства и Науки, директором Исследовательской лаборатории фирмы Oracle.



Алан Китчинг



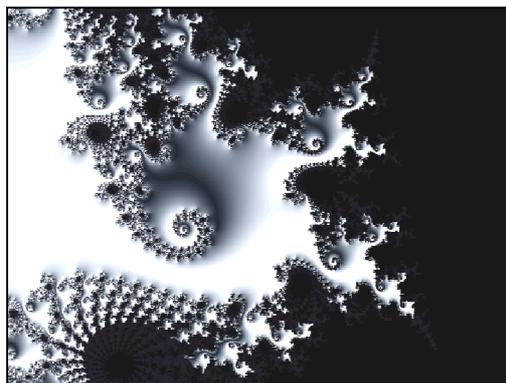
Бенуа Мандельброт

В декабре 1973 г. в журнале *BKSTS Journal* (Англия) появилось сообщение о презентации цветного фильма (на основе трех цветов: красного, зелёного и синего), созданного на базе компьютерной лаборатории Atlas около Оксфорда. Создателем фильма (и софта) был дизайнер Алан Китчинг (Alan Kitching). Сам софт получил название **Antics 2-D Animation (Animated Technicolor-Image Computer System)** [203]. Добавим, что в 1978 г. система Antics стала полностью интерактивной [204].

В 1975 г. в Париже вышла на французском языке книга сотрудника IBM Бенуа Мандельброта (Benoit B. Mandelbrot: 1924–2010)¹ о фракталах. Её перевод на английский язык в 1977 г. открыл миру фрактальную геометрию [205]. Через 11 лет британский математик и предприниматель Майкл Барнсли (Michael Fielding Barnsley) публикует книгу «Фракталы повсюду» [206], в которой содержится знаменитая Collage theo-

¹ Б. Мандельброт родился в еврейской семье в Варшаве в 1924 г. После смерти Ю. Пилсудского (1867–1935) в Польше началась компания антисемитизма на государственном уровне, и семья Мандельбротов уехала во Францию. После войны Б. Мандельброт получает степень бакалавра математики в парижском колледже *École Polytechnique*, а степень магистра по аэронавтике – уже в США в Caltech. С 1958 г. в течение 35 лет он работает в IBM.

rem¹, открывшая новый путь к вированию информации и к получению новых возможностей компьютерной графики.



Фрактал

В 1979 г. в Лаборатории компьютерной графики Нью-Йоркского Технологического Института система CAAS (Computer-Aided Animation System) стала операционной системой, позволившей создавать трехмерные анимационные фильмы².

Отметим, что в России компьютерная графика была впервые применена в художественном фильме в 1994 г. (Компанией «Render Club» был подготовлен эпизод с шаровой молнией в фильме Н. С. Михалкова (р. 1945) «Утомлённые солнцем»).

* * *

Прежде, чем перейти к истории интерактивных компьютерных игр, остановимся ещё кратко на истории создания программы Photoshop.

В 1987 г. Томас Кноль (Thomas Knoll), аспирант Мичиганского университета, начал писать программу для Macintosh Plus о переводе изображения с черно-белого дисплея на монохроматический. Его брат Джон (John Knoll: 1962) помог ему закончить программу, которую они первоначально назвали ImagePro. Через

¹ Эта теорема характеризует систему итераций функций, чей аттрактор относительно метрики Хаусдорфа замкнут (подробнее см. [207; 208, с. 310–311]).

² В компьютерной графике для создания изображения (в том числе и 3D-изображения) используются три матрицы: **матрица поворота**, **матрица сдвига** и **матрица масштабирования**. Кстати, первый 3D-фильм, использующий анимацию (Starchaser: The Legend of Orin), был создан режиссером и продюсером Стивеном Ханом (Steven Hahn) в 1985 г. В том же году, но чуть ранее появился немецкий мультипликационный фильм «Таран и волшебный котелок» (Taran und der Zauberkesel), содержащий 3D-элементы, генерированные компьютером.

год они переименовали её в Photoshop [209]. Знакомство с программой инженеров фирмы Apple во главе с одним из директоров Adobe Р. Брауном (Russell Preston Brown: 1907–1996) привело к решению Adobe Systems начать дистрибуцию этой программы. В 1990 г. программа была инсталлирована в Macintosh под названием Photoshop 1.0. Позже появилась версия Adobe Photoshop Extend, со свойством создания 3D-изображения [210].

Поскольку программа Photoshop имеет непосредственную связь с оцифровыванием изображений, то, может быть, здесь уместно заметить, что ещё в 1985 г. появился первый в мире мультимедийный персональный компьютер¹ с собственной операционной системой, называвшейся также как и компьютер, «Amiga», позволивший впервые отображать фотографии на экране компьютера [212].

* * *

Из графических компьютерных игр мы остановимся только на нескольких играх в промежутке с 1952 по 1984 гг. Итак, первой компьютерной графической игрой считается игра ОХО «Tic-tac-toe», созданная в 1952 г. в Англии на базе компьютера EDSAC в университете Кембриджа. Эта игра широко известна и под названием «Крестики-нолики». Автором игры был доктор Сэнди Дуглас (Alexander Shafto «Sandy» Douglas: 1921–2010)².

¹ Напомним, что первый в мире персональный компьютер был создан в СССР в 1966 г. Машина МИР (машина инженерных расчетов) была разработана под руководством академика В. М. Глушкова (1923–1982). В МИРе использовался язык программирования АЛМИР-65, расширенная русифицированная версия АЛГОЛА-60. В 1969 г. появилась ЭВМ МИР-2. В ней впервые устанавливалось световое перо, а в качестве языка служил язык АНАЛИТИК, тоже созданный под руководством Виктора Михайловича Глушкова в 1968 г. и явившийся развитием языка АЛМИР-65 (см. [211]). В США персональный компьютер APPLE II появился в 1976 г. (см. [2, с. 65]).

²С. Дуглас родился в Лондоне в 1921 г. В 1950 г. он закончил учебу в Кембридже и остался там же в аспирантуре. В 1952 г. защитил докторскую дис-

Изобретателем следующей по времени (1958 г.) графической компьютерной игры «Теннис для двоих» был У. Хайгинботам (William Alfred Higinbotham: 1910–1994)¹. Эта игра, использующая аналоговый компьютер и осциллограф, по сути, была первой видеоигрой. Поскольку у У. Хайгинботама не было патента (он придумал игру для посетителей дня открытых дверей Национальной Лаборатории Brookhaven²), то его авторство открытия видеоигры официально не признается [214].



Уильям Хайгинботам

В 1959 г. группа студентов MIT на экспериментальном компьютере TX-O написала программу, использующую интерактивную графику, для игры «Мышь в лабиринте» («Mouse in Maze»). Эта игра существует и сейчас, но только программа переписана на Java и появилось световое перо.

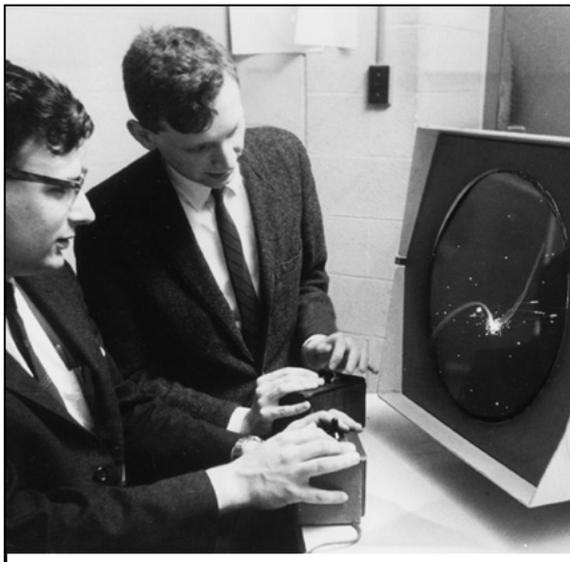
сертацию, посвященную взаимодействию человека и компьютера (HCI). Игра ОХО должна была подтвердить некоторые положения его диссертации. С 1953 по 1957 г. преподает в Trinity College, затем приглашается профессором университета в Лидсе. С 1960 г. он – технический директор субсидируемой государством системы научного контроля [213].

¹ У. Хайгинботам родился в 1910 г. в штате Коннектикут. К началу II Мировой войны закончил учебу (по физике) в Williams College и Корнельский университет. Во время войны разрабатывал новые технологии применения радаров, а позже был руководителем подразделения, отвечавшего за создание электроники для атомного проекта в Лос-Аламосе. Не случайно в 1945 г. он был избран первым Генеральным секретарем Федерации Американских ученых. С 1947 г. – руководитель метрологического подразделения в Брукхейвене, позже – член Американской Комиссии по контролю за нераспространением ядерного оружия [214].

² Эта лаборатория в штате Нью-Йорк (основана в 1947 г.), являясь одной из 16 лабораторий Министерства энергетики США, занимается в основном исследованиями в области ядерной физики и физики высоких энергий.

В феврале 1962 г. в MIT была продемонстрирована игра, оказавшая очень большое влияние на все последующие компьютерные игры с двумя игроками.

Игра называется «Spacewar!» («Война в Космосе»), и сюжет её таков: два вооруженных ракетами космических корабля маневрируют в невесомости между звёзд, имея ограниченные запасы топлива и ракет. Каждый игрок управляет 4-мя параметрами: вращениями (по и против часовой стрелки), тягой, стрельбой и гиперпространством. (Гиперпространство использовалось как последнее средство ухода от ракет противника, но эта возможность генерировалась случайным образом – можно было и взорваться).



*Стив Рассел и Мартин Грец
за игрой*

Программу игры написали в 1961 г. три участника технического клуба при MIT: Стив Рассел (Stephen Russel: 1937), Мартин Грец (Martin Graetz) и Уэйн Уитанем (Wayne Witaenem) [215].

Добавим, что платформой был компьютер PDP-1, режим игры – оба играют одновременно. Заметим ещё, что на кодировку программы С. Рассел¹ затратил 200 часов.

Перенесёмся теперь в 1983 г.

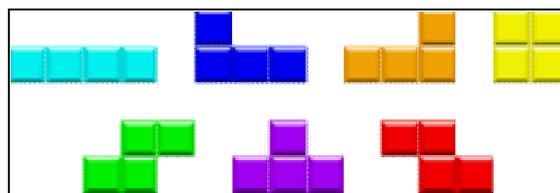
В этот год появилась игра для одного игрока «Куб поиска» («Cube Quest»), использующая 3D-полигональную графику. Распространителем и владельцем игры является компания Simutrek Inc. За создание дизайна и программы отвечал Пол Аллен Ньюэлл (Paul Allen Newell).

¹ С. Рассел учился в MIT, а затем в аспирантуре в Dartmouth College (штат Нью-Гэмпшир). Знаменит он не только как один из создателей игры «Spacewar!», но и как программист, впервые реализовавший функции языка Lisp в компьютере IBM 704.

Возникает естественный вопрос: почему такой скачок во времени – после 1962 сразу 1983 год? Дело в том, что в этот промежуток времени на Западе развивались, главным образом, многопользовательские компьютерные игры MUD (Multi User Dugeon)¹, хотя их предшественницей считается однопользовательская текстовая игра Colossal Cave Adventure. Создателем игры был любитель-спелеолог программист Уильям Кроутер (William Crowther: 1936).

Созданная в начале 70-х, игра стала очень популярна в студенческой среде, особенно, после её усовершенствования программистом Д. Вудсом (Don Woods: 1954). С 1983 г. в эти игры вошла и графика.

Заканчиваем очень краткий экскурс в интерактивные графические игры всемирно известной игрой «Тетрис», изобретенной в СССР. Официально дата демонстрации игры – 6 июня 1984 г.



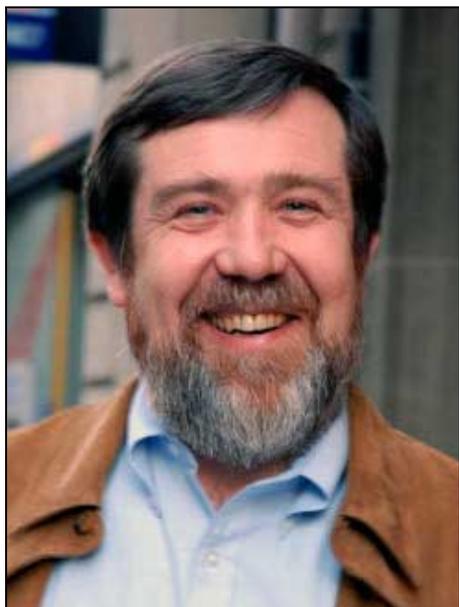
Кирпичики-тетрамино

Семь «кирпичиков»-тетрамино падают в прямоугольный стакан. Игра заканчивается, когда новая фигурка не может поместиться в стакан. Задача игрока, поворачивая фигурки в полете, заполнять ряды, не заполняя стакан как можно дольше [217]).

Создателями игры были Алексей Леонидович Пажитнов (р. 1956)² – написал алгоритм на компьютере «Электроника – 60», и

¹ Русский вариант МПМ (многопользовательский мир). Подробнее см. книгу создателя MUDI англичанина Ричарда Бартля (Richard Allan Bartle: 1960) [216].

² А. Л. Пажитнов родился в 1956 г. в Москве. После окончания московской математической школы № 91 учился в МАИ (Московский авиационный институт). Далее был Вычислительный центр АН СССР, где занимался проблемами искусственного интеллекта и распознавания речи. Игра «Тетрис» разработанная им в 1984 г. допускала разные режимы (и один игрок и несколько игроков). В 1988 г. он организовал компанию Anima Тек по разработке игро-



А. Л. Пажитнов

Вадим Герасимов (р. 1968)¹ – написал код для IBM PC на Turbo Pascal [218].

Последний раздел этой главы посвящен мультипарадигменному, стековому, процедурному языку PostScript, используемому, главным образом, в издательских системах.

Язык PostScript появился в 1982–83 гг. как ядро механизма печати семейства компьютеров Apple. Фактически язык реализует на чистой странице метод компиляции.

Разработан язык был Джоном Уорноком (John Edward Warnock: 1940) и Чарльзом Гешке (Charles Geschke: 1939), основавших в декабре 1982 г. компанию Adobe System для коммерческой реализации и продолжения работы над языком PostScript, начатым ими ещё в компании Xerox Parc, которую они покинули в 1982 г. [219].

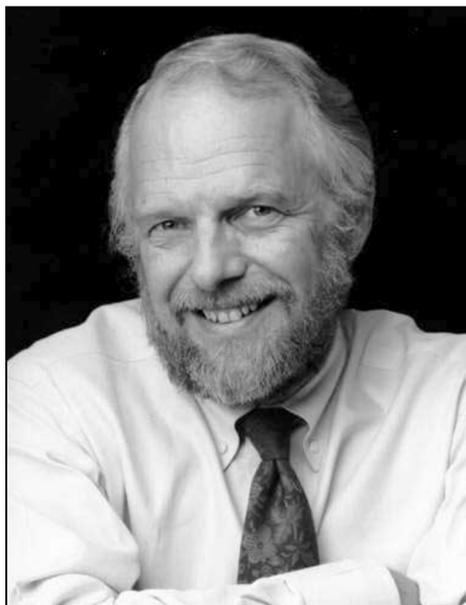
Исторически концепция языка PostScript зародилась у Д. Уорнока ещё в 1976 г., когда он был сотрудником фирмы Evans & Sutherland Computer Corporation, а его коллега Д. Гафни (John Gaffney) создавал язык Design System очень схожий с языком FORTH. Перейдя позже в исследовательский центр фирмы Xerox, он должен был участвовать в создании протокола печати Xerox.

вого и программного обеспечения. В 1991 г. переехал в США. В 1995–2005 гг. работал в фирме Microsoft. В 2005 г. перешел в фирму WildSnake Software. В 2007 г. был награжден премией Pioneer Award создателей игр (Game Developers Choice) [218]. Интересно, что за год до этого этой же премии удостоились создатели игры Cave Adventure У. Кроутер (William Crowther: 1936) и Д. Вудс (Don Woods: 1954).

¹ Вадим Герасимов закончил в 1992 г. МГУ им. М. В. Ломоносова. В 1994 г. начал работать в MIT. Там же защитил в 2003 г. докторскую диссертацию по компьютерным наукам. Позже стал работать инженером в компании Google.

Вспомнив о языке Design System, он вместе с выходцем из Англии, начавшим свою работу в CAD Centre в Кембридже, Мартином Ньюэллом (Martin Newell) на базе этого языка создаёт систему JaM, из которой позже и развился протокол печати InterPress [220].

Основав в декабре 1982 г. Adobe System, Д. Уорнок¹ и Ч. Гешке² ровно через 20 лет пригласили на работу (в качестве консультанта) вице-президента и главного ученого фирмы Compaq Александра (Александровича) Степанова (р. 1950)³.



Джон Уорнок

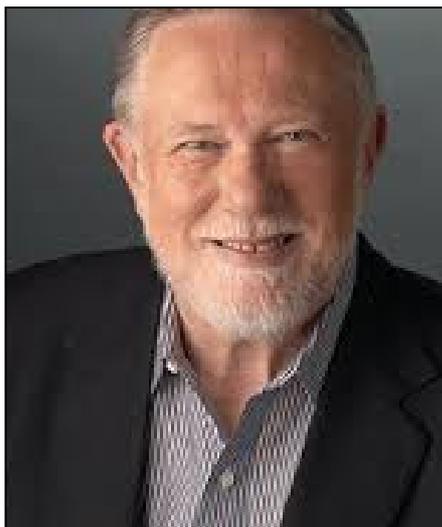
¹ Д. Уорнок родился в Солт Лейк Сити (штат Юта) в 1940 г. Он получил степень бакалавра по математике и философии, степень магистра по математике и степень Ph. D. по электротехнике и компьютерным наукам в Университете штата Юта. Руководителями его докторской диссертации были Д. Эванс и А. Сазерленд. Позже он работал в их компании, а также в исследовательском центре Xerox PARC, до организации в 1982 г. вместе с Ч. Гешке компании Adobe Systems. Им получено много наград в США, но также он награжден (2004) медалью Ады Лавлейс – Британского Компьютерного общества [221].

² Ч. Гешке родился в 1939 г. в Кливленде (штат Огайо). Степени бакалавра и магистра по математике получил в Xavier University (г. Цинциннати, штат Луизиана), а степень Ph. D. по компьютерным наукам – в Carnegie Mellon University. С начала 70-х гг. Ч. Гешке работал в фирме Xerox, возглавив к 1978 г. Исследовательскую научную лабораторию, где занимались компьютерной графикой, оптикой и процессами передачи изображения. Вместе с Д. Уорноком стал заниматься созданием языка PostScript и, уйдя из фирмы Xerox, основал с Д. Уорноком фирму Adobe System. Является Председателем её Совета Директоров. Среди его наград есть Премия Маркони (2010) [222].

³ А. А. Степанов родился в 1950 г. в Москве. С 1967–72 гг. учился в МГУ им. М. В. Ломоносова, изучая математику, но диплома там не получил. В 1973 г. получил диплом учителя математики в Московском областном педагогическом институте им Н. К. Крупской. В 1972–76 гг. работал программистом в Институте проблем управления и в Центральном научно-исследовательском институте комплексной автоматизации (ЦНИИКА). К 1976 г. относится появление у него идеи обобщенного программирования. В 1977 г. эмигрирует в



А. А. Степанов



Чарльз Гешке

Кроме опыта руководящей работы Степанов известен был и как программист, реализовавший свою идею **обобщенного программирования** в виде библиотеки алгоритмов на языках Scheme (диалект Lisp), Ada и C++. (Заметим, что А. Степанов проработал в фирме Adobe System до ноября 2009 г.)

Завершая этот раздел главы, добавим, что PostScript начал завоевывать мир в 1984 г., имея ряд неоспоримых преимуществ перед остальными системами, и прежде всего платформонезависимость. В 1991 г. появилась следующая ревизия системы, названная PostScript Level 2. При этом, в частности, появилось кэширование шрифтов. Добавим, что PostScript, являясь полнофункциональным языком программирования (испытавшим влияние Forth), соединил в себе возможности принтеров и плоттеров [223].

Заканчивая эту главу, добавим, что в 90-е гг. именно в России стала бурно развиваться компьютерная графика. Не случайно в 2000 г. жур-

США и начинает работать в исследовательском центре компании General Electric (GE) над **языком Tecton**. Позже (до 1987 г.) преподает курс высокоуровневого программирования в Политехническом университете (Нью-Йорк) и в GE Research. Одновременно создает библиотеки алгоритмов на языках Scheme и Ada. В 1988 г. переходит в HP Labs, где к весне 1994 г. разрабатывает библиотеку STL по стандарту C++. С 1999 по 2002 г. больше занимается менеджментом (вице-президент в AT&T, а затем в Compaq), до перехода в ноябре 2002 г. в Adobe System [224].

нал Computer&Graphics посвятил специальный номер (т. 34) только компьютерной графике в России.

Впрочем, в конце 50-х – начале 60-х гг. Россия уже пережила нечто подобное, когда межпланетная станция «Луна-3» с телевизионной аппаратурой «Енисей» передавала (впервые в истории!) изображения обратной стороны Луны¹, а аппаратура «Креchet» передавала с борта «Востока» лицо Юрия Гагарина., и тогда же в Москве и Ленинграде открылись стереокинотеатры, в которых шли 3D-фильмы.

¹ Создателем космического телевидения был Пётр Федорович Брацлавец (1925–1999) [225].

Упражнения к главе IX

1. Как называлась первая графическая система, созданная в лаборатории, руководимой Джемом Форрестером?
2. Кто (и когда) был создателем первой системы CAD/CAM?
3. Как называлась составная часть системы CAD/CAM, развитая Айвоном Созерлендом?
4. Назовите создателя теории В-сплайнов. Как называлась система модификации CAD/CAM, базировавшаяся на неравномерных рациональных В-сплайнах?
5. Когда и кем была создана компьютерная программа Sketchpad?
6. Кто автор программы Photoshop? Когда эта программа появилась?
7. Когда и кем была создана игра «Тетрис»?
8. Когда, кем и для чего был создан язык PostScript?

Заключительные замечания

Проникновение компьютеров, или шире, информационных технологий, не только в материальный мир, окружающий человека, но и в его духовный мир, за последние 60 лет оказалось столь значительным, что сообщество людей стало намного более тесным, вызвав совершенно новые его разбиения на подмножества, границы которых далеко не совпадают с границами государств.

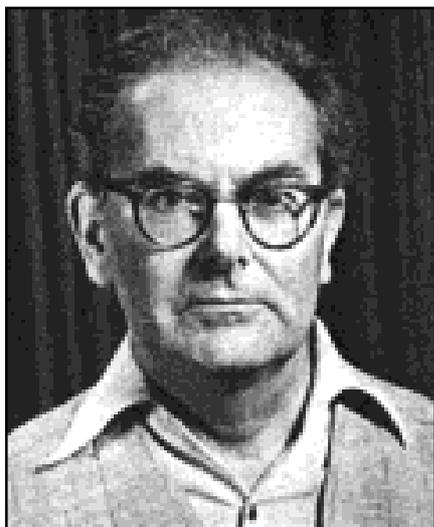
Основную роль при этом играют Internet и социальные сети, материальными носителями которых являются сотни миллионов РС и миллиарды мобильных телефонов и других гаджетов, а также современные коммуникационные сети.

Если же касаться взаимодействия человека и компьютера, то от способа передачи (и/или получения) информации от человека к компьютеру или от компьютера к человеку, используя главным образом зрение, человек всё больше начинает использовать и другие органы чувств, в первую очередь слух.

При этом особая роль принадлежит музыке. Развитие же в последние 60 лет музыкально-компьютерных технологий расширило и обогатило характер воздействия музыки на человека.

Напомним, что первым компьютером, который был использован для создания музыки, считается австралийский CSIRAC, спроектированный в конце 40-х гг. группой австралийских инженеров под руководством выпускника Imperial College (Лондон), эмигрировавшего в Австралию в 1945 г., Т. Пирси (Trevor Pearcey: 1919–1989) и выпускника Сиднейского университета М. Берда (Maston Beard: 1918).

Алгоритмическая программа для компьютерного синтеза машинного звучания музыкальных произведений была разрабо-



Тревора Пирси



Мастон Берд

тана Джефом Хиллом (Geoff Hil) [225]. Хотя в 1951 г. компьютер CSIRAC «дал» оригинальную аранжировку популярного марша «Colonel Bogey March», но в последующие годы для создания музыки не использовался.

В последующие 20 лет происходило накопление опыта создания и использования музыкально-компьютерных технологий, всё шире звучала электронная музыка, появлялись новые интерфейсы музыкального выражения.

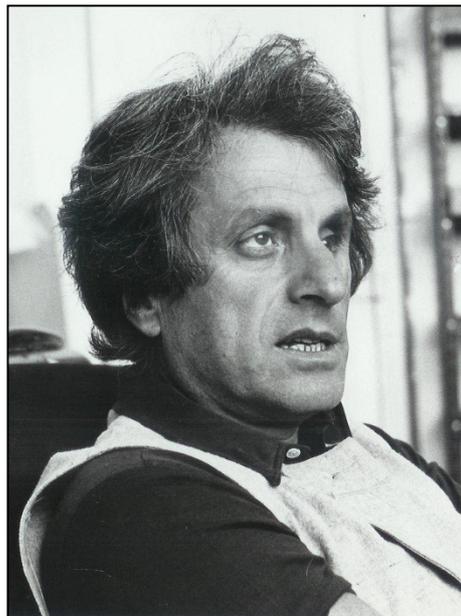
С 1977 г. стал ежеквартально издаваться *Computer Music Journal* – американский научный журнал, освещающий проблематику цифровой обработки аудиосигналов, а также широкий круг проблем современной электронной музыки. Эту же тематику в той или иной мере затрагивают публикации в двух британских журналах: «*Journal of New Music Research*» (Издательский дом Routledge;

начало издания 1972 г.) и «*Organized Sound*» (издается с 1996 г., издатель Leigh Landy (De Monfort University, Leicester)).

Среди наиболее видных представителей, начавших с 60-х гг. XX века использовать, наряду с обычными музыкальными инструментами, звучания, сгенерированные с помощью ЭВМ и специальных программ на высокоуровневых языках, ограничимся только одним из лидеров Новой музыки, создателем стохастиче

ской музыки¹ Яннисом Ксенакисом (Iannis Xenakis = *Ιάννης Ξενάκης* (греч): 1922–2001)².

Я. Ксенакис для звукового синтеза стал использовать цепи Маркова и случайные блуждания. В композиции он стал применять метод, названный им методом решета. (Речь идет об аналоге «Эратосфенового решета» выделения простых чисел). В этой связи для сравнения может быть уместно привести одну цитату из сочинения величайшего математика XVIII века Леонарда Эйлера³ «музыканты в многоголосных сочинениях преимущественно пользуются пятым родом, экспонент которого



Яннис Ксенакис

¹ Под стохастической музыкой понимается вероятностная организация музыкальной ткани в отличие от линейной полифонии.

² Я. Ксенакис родился в 1922 г. в г. Брэила (Королевство Румыния) в греческой семье любителей музыки. С раннего детства Яннис был окружен миром музыки, а игре на фортепьяно его учила мать – сама прекрасная пианистка. В 1932 г. семья переехала в Грецию. В 1940 г. Я. Ксенакис начинает учиться в Политехническом университете в Афинах, одновременно изучая музыкальную композицию и контрапункт. Во время II Мировой войны Я. Ксенакис – активный участник Сопротивления. Получив диплом инженера в 1946 г., он, не желая служить в греческой армии, бежит через Италию во Францию, где его берет в 1948 г. в свою мастерскую знаменитый архитектор Ле Корбюзье (le Corbusier: 1887–1965; настоящее имя Edouard Jeanneret). Параллельно, в 1950–53 гг. Я. Ксенакис изучает композицию в Парижской консерватории и начинает писать музыкальные сочинения. Наибольший резонанс вызвала его пьеса «Metastasis» (1954). В 1960 г. Я. Ксенакис покидает мастерскую Ле Корбюзье, целиком посвятив себя музыке. При этом он начинает использовать звучания, сгенерированные на компьютере, на основе программ, написанных им на языке Fortran. Всемирную славу принесли ему балеты (“Kraanerg”, “Antikhthon”), а также светомузыкальные представления (политопы) [227; 228].

³ Leonhard Euler (1707–1783) родился в Базеле (Швейцария), умер в Санкт-Петербурге.

2ⁿ·3·5:, в нем содержатся не только все гармонические трезвучия, но и многие так называемые диссонансы»¹.

Вернемся к Я. Ксенакису. В 1963 г. он написал пьесу «Eonta». Основная идея сочинения – рождение Бытия из хаоса не-Бытия [228]. Создание этой пьесы инспирировало желание Я. Ксенакиса в сопровождении музыки специальными световыми эффектами,



Б. М. Галеев

которые он сам программировал на компьютере. Эти представления он назвал политопами.

Совершенно независимо от Я. Ксенакиса компьютерной светомузыкой, начиная с 1960 г., в России стал заниматься Булат Махмудович Галеев (1940–2009)².

Ещё в 1910 г. русский композитор и пианист Александр Николаевич Скрябин (1872–1915)³ написал симфоническую поэму «Прометей», в парти-

¹ Л. Эйлер. Опыт новой теории музыки, ясно изложенной в соответствии с непреложными принципами гармонии / пер. с лат. Н. А. Алмазовой. – Санкт-Петербург, Нестор-История, 2007. – С. 203.

²² Б. М. Галеев в 1962 г. окончил физико-математический факультет Казанского пединститута. В дальнейшем занимался исследованием синтеза искусств, истории светомузыки, светозвуковой сценографии. Разработал «периодическую» систему искусств. Кандидат философских наук (1973), доктор философских наук (1987), профессор (с 1990 г.) Казанской консерватории. Книга Б. М. Галеева «Светомузыка. Становление и сущность нового искусства» (Казань: Таткнигоиздат, 1976. – 272 с.) переведена на ряд иностранных языков.

³ А. Н. Скрябин родился в 1871 г. в Москве в студенческой семье будущего дипломата Н. А. Скрябина (1849–1915). С 5 лет играл на фортепиано. По семейной традиции учился во 2-м Московском кадетском корпусе. При этом брал уроки музыки у композитора С. И. Танеева (1856–1915). В 1890 г. поступил в Московскую консерваторию, окончив её в 1892 г. по классу фортепиано с малой золотой медалью. С 1897 г. жил за границей, исполняя собственные произведения. Неосуществленный замысел – симфония «Мистерия»,

туру которой он включил партию световой клавиатуры. Через 50 лет именно Б. М. Галеев исполнил замысел А. Н. Скрябина. Более того, в 1964–65 гг. Б. М. Галеев создает кинофильм «Прометей» на музыку А. Н. Скрябина, ставший классикой мирового авангардного кино.

В 1990 г. Б. М. Галеев пишет компьютерную программу для цветных проекторов при исполнении «Аллилуйя» величайшей женщины-композитора XX века Софии Асгатовны Губайдулиной (р. 1931)¹, по замыслу которой кроме исполнения хором, оркестром, органом и солистом-дискантом, должна исполняться и партия Света.

В последние годы жизни Б. М. Галеев занимался экспериментами по компьютерному преобразованию графических структур в музыкальные.

В § 27 мы уже говорили о возможности преобразования движения рук в звуки голоса и музыки без непосредственного контакта. В то же время с помощью компьютеров уже идет процесс создания устройств, позволяющих преобразовывать сигналы мозга в движение искусственной руки, что в перспективе позволит получать звуки голоса и музыки, пользуясь лишь сигналами



А. Н. Скрябин



С. А. Губайдулина

где кроме звуков и красок добавлялись движение, звучащая архитектура и даже запахи [229].

¹ С. А. Губайдулина родилась в 1931 г. в г. Чистополе (Татарская АССР). Сохраняя российское гражданство, с 1991 г. живет в Германии.

лами мозга. Тем самым компьютер откроет человеку новые горизонты как человеку-Творцу.

Список литературы

[1] Одинец В. П. *Зарисовки по истории компьютерных наук* : учебное пособие : в 3 ч. – Сыктывкар : Коми пединститут, 2011. – Часть I. – 200 с.

[2] Одинец В. П. *Зарисовки по истории компьютерных наук* : учебное пособие : в 3 ч. – Сыктывкар : Коми пединститут, 2012. – Часть II. – 98 с.

[3] *Очерки истории информатики в России* / ред.-сост. Д. А. Попелов, Я. И. Фет. – Новосибирск : Научно-издательский центр ОИ ГТМ СО РАН, 1998. – 664 с.

[4] *Книжная серия «История информатики» (Краткое содержание)* / ред.-сост. Я. И. Фет. – Новосибирск : Изд. ИВМиМГ СО РАН, 2009. – 98 с.

[5] *История информатики в России. Ученые и их школы* / сост. В. Н. Захаров, Р. И. Подловченко, Я. И. Фет. – М. : Наука, 2003. – 486 с.

[6] *История информатики и философия информационной реальности* : учебное пособие для вузов / под ред. чл.-корр. РАН Р. М. Юсупова, проф. В. П. Котенко. – М. : Академический Проект, 2007. – 432 с.

[7] Левин В. И. *История информационных технологий* : учебное пособие. – М. : Бином, 2007. – 336 с.

[8] *История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде)* / под общ. ред. чл.-корр. РАН Р. М. Юсупова; сост. М. А. Вус (Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН). – СПб. : Наука, 2008. – Выпуск 1. – 353 с.

[9] *История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде)* / под общ. ред. чл.-корр. РАН Р. М. Юсупова; сост. М. А. Вус (Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН). – СПб. : Наука, 2010. – Выпуск 2. – 150 с.

[10] *История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде)* / под общ. ред. чл.-корр. РАН Р. М. Юсупова; сост. М. А. Вус (Санкт-Петербургский институт информатики и автоматиза-

ции РАН). – СПб. : Наука; Изд-во ООО «Анатолия», 2012. – Выпуск 3. – 216 с.

[11] *Lexikon der Ägyptologie. Band VI, Stele – Zypresse.* – Wiesbaden : Otto Harrassowitz, 1986. – 1026 s.

[12] *Lexikon der Ägyptologie. Band IV, Megiddo – Pyramiden.* – Wiesbaden : Otto Harrassowitz, 1982. – 1138 s.

[13] Кießkalt Е. *Die Entstehung der Post.* – Bamberg : Duckstein, 1930. – 200 s.

[14] Бамбер Г. *Краткая история династий Китая* / пер. с англ., под ред. Е. А. Кия). – СПб. : Евразия, 2009. – 336 с.

[15] Маккей Э. *Древнейшая культура долины Инда* / пер. с англ. М. Б. Граковой-Свиридовой. – М. : ИЛ, 1951. – 180 с.

[16] Ермолаев И. П. *Рюриковичи. Прошлое в лицах (IX–XVI вв.)* : биографический словарь / науч. ред. И. Н. Данилевский. – М. : ОЛМА-ПРЕСС, 2002. – 192 с.

[17] *Большая Советская Энциклопедия* / гл. ред. Б. А. Введенский). – М. : Гос. науч. изд-во «БЭС», 1955. – Т. 33. – 672 с.

[18] *Толковый словарь русского языка* / под ред. Д. Н. Ушакова. – М. : Госиздат. ин. и нац. словарей, 1940. – Том IV. – 1501 с.

[19] Украинцев Ю. Д., Цветов М. А. *История связи и перспективы развития телекоммуникаций* : учебное пособие. – Ульяновск : УлГТУ, 2009. – 128 с.

[20] Guy de Saint Denis. *La télégraphie Chappe.* – Nancy : FNARH, 1993. – 441 p.

[21] Лебедев В. И. *Оптический телеграф И. П. Кулибина* // Вестник связи. Электросвязь. – № 12 (1946). – С. 17–21.

[22] Prosser R. B. *Morrison, Charles (1894)* // Dictionary of National Biography. 1885–1900. – V. 39.

[23] Munro J. *Heroes of the Telegraph.* – Whitefish, Montana : Kessinger Publishing, 2004. – 180 p.

[24] Wessel H. A. *Die Entwicklung des elektrischen Nachrichtenwesens in Deutschland und die rheinische Industrie.* – Wiesbaden : Steiner, 1983.

[25] Siemon Rolf. *Samuel Thomas Soemmerring (1755–1830)* // Schriften des Westpreußischen Landesmuseum (71). – Westpreußisches Landesmuseum, 2004.

[26] Staiti P. J. *Samuel F. B. Morse*. – Cambridge, Mass. : Cambridge University Press, 1989. – 387 p.

[27] Уилсон М. *Американские ученые и изобретатели* / пер. с англ. В. Рамзеса; под ред. Н. Тренёвой. – М. : Знание, 1975. – 136 с.

[28] Каменский А. В. *Эдисон и Морзе: их жизнь и научно-практическая деятельность*. – СПб. : Тип. Ю. Н. Эрлих, 1891.

[29] Яроцкий А. В. *Павел Львович Шиллинг*. – М.–Л. : Госэнергоиздат, 1953.

[30] Кузнецов И. В. *Борис Семенович Якоби (1801–1874)* // Люди русской науки. – М.–Л. : ГИТТЛ, 1948. – Т. 2. – 554 с.

[31] Hempel P. *Deutschsprachige Physiker im alten St. Petersburg*. – Oldenburg, München : Schriften des Bundesinstitut für Ostdeutschekultur und Geschichte, 1999. – Bd. 2. – 254 s.

[32] Beauchamp K. G. *History of Telegraphy: Its Technology and Application*. – IEEE, 2001. – 413 p.

[33] Evershed S. *The life and work of David Hughes* // Journal of the IRE. – 1931. – V. 69. – P. 1245–1250.

[34] Одинец В. П. *К 200-летию со дня рождения создателей вычислительных машин, представленных к Демидовской премии Х. З. Слонимского и Г. Куммера* // Вестник Сыктывкарского университета. – Сер. 1. – Вып. 13 (2011). – С. 137–144.

[35] Blumtritt O. *Reis, Johann Philipp* // Neue Deutsche Biographie 2 / Bayerischen Akademie der Wissenschaften. – Berlin : Duncker & Humblot, 2003. – 381 s.

[36] Thompson S. P. *Philipp Reis: Inventor of the telephone*. – London : E & F. N. Spon, 1883.

[37] Catania V. *Antonio Meucci inventore del telefono*. – Notiziario Tecnico Telecom, 2003. – 110 p.

[38] Митчел У. *Американские ученые и изобретатели*. – М. : ИЛ, 1964.

[39] Appleby T. *Mahlon Loomis, Inventor of Radio*. – Washington DC : Loomis Publication, 1967. – 145 p.

[40] Григорьян А. Т., Вяльцев А. Н. *Генрих Герц. 1857–1894*. – М. : Наука, 1968. – 312 с.

[41] *Индукционная катушка или спираль Румкорфа и ее изготовление* / пер. с англ. с доп. Л. А. Боровича). – Брянск : Тип. Л. И. Итина, 1908. – 98 с.

[42] Dilhac J.-M. *Édouard Branly, the Coherer, and the Branly effect – History of Communication* // *Communications Magazine IEEE*. – V. 47. – № 9 (2009).

[43] Фейгин О. *Никола Тесла: наследие великого изобретателя*. – М. : Альпинанон-фикшн, 2012. – 328 с.

[44] Ржонсницкий Б. Н. *Никола Тесла (к 100-летию со дня рождения)* // *Вестник АН СССР*. – № 7 (1956). – С. 90.

[45] Gregory R. F., Ferguson A. *Oliver Joseph Lodge. 1851–1940* // *Obituary Notices of Fellows of the Royal Society*. – 3 (10). – P. 550.

[46] Ржонсницкий Б. Н. *Дмитрий Александрович Лачинов*. – М.–Л. : Госэнергоиздат, 1955. – 242 с.

[47] Попов А. С. *Прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний* // *Журнал Русского физико-химического общества*. – № 1 (1896). – С. 1–14.

[48] Susskind Ch. *Popov and the beginnings of radiotelegraphy* // *Proc. IRE* (1962). – V. 50. – P. 29–36.

[49] Marconi G. *Wireless Telegraphic Communication: Nobel Lecture, 11 December 1909* // *Nobel Lectures. Physics. 1901–1921*. – Amsterdam : Elsevier Publishing Company, 1967. – P. 196–222.

[50] McHenry R. *Guglielmo Marconi* // *Encyclopedia Britannica*. – 15th ed. (1993).

[51] Kurylo F. *Ferdinand Braun: Leben und Wirken des Erfinders der Braunschen Röhre. Nobelpreis 1909*. – München : Moos Verlag, 1965.

[52] Geddes P. *The life and work of Sir Jagadis C. Bose*. – London : Longmans, 1920.

[53] Наг К. *Исследования и открытия сэра Дж. Ч. Босе* (публикация С. С. Родченко). – СПб. : Ариаварта. – Вып. Начальный (1996). – С. 136–152.

[54] Таненбаум Э., Уэзеролл Д. *Компьютерные сети* (5-е изд.). – СПб. : Питер, 2012. – 960 с.

[55] Schwartz M., Abramson N. *The Alohanet – surfing for wireless data [History of Communication]* // Communications Magazine IEEE. – V. 47. – № 12 (2009). – P. 21–25.

[56] Port O. *Larry Roberts: He made the Net Work* // Business Week. 2004–09–27.

[57] Rosenbaum P. *Web pioneer recalls' birth of the Internet* // CNN. – 29 October 2009.

[58] Kleinrock L., Tobagi F. *Random Access Techniques for Data Transmission over Packet-Switched Radio Channels* / Proc. Nat. Computer Conf., 1975. – P. 187–201.

[59] Цыбаков Б. С. , Михайлов В. А. *Свободный синхронный доступ пакетов в широкополосный канал с обратной связью* // Пробл. передачи информ. – Т. 14. – № 4 (1978). – С. 32–59.

[60] Цыбаков Б. С., Берковский М. А. *Множественный доступ с резервированием* // Пробл. передачи информ. – 1980. – Т. 16. – № 1. – С. 50–76.

[61] Цыбаков Б. С., Введенская Н. Д. *Стек-алгоритм случайного множественного доступа* // Пробл. передачи информ. – 1980. – Т. 16. – № 3. – С. 80–94.

[62] Györfi L., Györi S. *Analysis of tree algorithm for collision resolution* // International Conference on Analysis of Algorithms (Nancy, France), 2005. – AFIPS Press, Proc. DMTCS, 2005. – P. 357–364.

[63] Baran P. *On Distributed Communications Networks* / RAND Corporation papers, document P-2626 (1962).

[64] Baran P. *On Distributed Communications: I. Introduction to Distributed Communication networks*. Memorandum RM-420-PR, Rand Corporation. – Aug. 1964.

[65] *Internet pioneer Paul Baran passes away* // BBC. – 2011. – March 28.

[66] Sweet W. *Profile: Robert Metcalf* // IEEE Spectrum. – 33(6). – June 1996. – P. 48–49, 52–55.

[67] Feller W.V. *Boggs, David R.* // Home front heroes: a biographical dictionary of Americans during wartime. 1 (ed. Benjamin F. Shearer). – Greenwood Publishing Group, 2007. – P. 101–103.

[68] Metcalfe R. M., Boggs D. R. *Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks* // Commun. of the ACM. – V. 19. – July 1976. – P. 395–404.

[69] Needham R. M. *Donald Watts Davies. C.B.E. 7 June – 28 May 2000* // Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society. – 2002. – № 48. – P. 87.

[70] Roberts L. G. *Multiple Computers Networks and Intercomputer Communication* / Proc. First Symp. on Operating Systems Prin. // ACM. – 1967.– P. 3.1–3.6.

[71] *How the Computer Became Personal* // New York Times. – 2001. – August 19.

[72] *The fathers of the mobile phone and email, Prince of Asturias Award Laureates for Technical and Scientific Research: press release* // Fundación de Asturias. – 2009–06–17.

[73] Cerf V., Kahn R. *A Protocol for Packet Network Interconnection* // IEEE Transaction on Communications. – Vol. COM-22 (May 1974). – P. 637–648.

[74] Cerf V. *Multiprocessors, Semaphores, and a Graph Model of Computation* : Ph. D. thesis. –Los Angeles : University of California, 1972.

[75] *Internet Pioneers Cerf and Kahn to receive ACM Turing Award.* – ACM. – 2005–02–16.

[76] Gaines A. *Tim Berners-Lee and the Development of the World Wide Web (Unlocking the Secrets of Science).* – Newark, Delaware : Mitchell Lane Publishers, 2001.

[77] Berners-Lee T., Cailliau A., Loutonen A., Nielsen H. F., Secret A. *The World Wide Web* // Commun. of the ACM. – Vol. 37 (1994). – P. 76–82.

[78] Gillies J., Cailliau R. *How the Web Was Born: The Story of the World Wide Web*. – Oxford : Oxford Paperbacks, 2000.

[79] *Oral History Interview with Mark P. McCahill*. – Minneapolis : Charles Babbage Institute, University of Minnesota, 2001.

[80] Berners-Lee T. *Weaving the Web: Origins and Future of the World Wide Web*. – Cheshire, UK: Texere Publishing, 1999.

[81] Payment S. *Marc Andreessen and Jim Clark: The founders of Netscape*. – The Rosen Publishing Group, 2006. – 75 p.

[82] Clark J., Owen E. *Netscape Time: The Making of the Billion-Dollar Start-Up That Took On Microsoft*. – New York : St. Martin's Press, 1999.

[83] *The Agreement Between Canada and the United States* // Treaty Series. – 1958. – No. 9.

[84] Шибшаевич В. С., Дмитриев П. П., Иванцев Н. В. и др. *Сетевые спутниковые радионавигационные системы* / под ред. В. С. Шибшаевича. – 2-е изд., пер. и доп. – М. : Радио и связь, 1993. – 408 с.

[85] *ГЛОНАСС: принципы построения и функционирования* / под ред. А. И. Перова, В. Н. Харитонова. – 3-е изд., пер. – М. : Радиотехника, 2005. – 688 с.

[86] Островский А. М. *Социально-философские основания гуманизации человеко-компьютерного взаимодействия (Опыт междисциплинарного исследования)* : монография. – М. : Издатель А. М. Островский, 2010. – 583 с.

[87] Раскин Д. *Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем* / пер. с англ. – СПб. : Символ-Плюс, 2004. – 272 с.

[88] Иванов Б. А., Одинец В. П., Ахмедов И. Г., Пинаев А. Б. *Методические указания по применению системы диалоговой телеобработки «ЖЕС» в учебном процессе и научно-исследовательской работе*. – Л. : Изд-во ЛФЭИ, 1983. – 35 с.

[89] Hopper G. *The education of a computer* / Proceedings of the 1952 ACM national meeting (Pittsburg). – P. 243–249. – New York : ACM, 1952.

[90] Ершов А. П., Звенигородский Г. А., Первин Ю. А. *Школьная информатика. Концепции, состояние, перспективы.* – Новосибирск : Препринт СО АН СССР, 1979. – 151 с.

[91] Ершов А. П. *Программирующая программа для быстродействующей электронной счетной машины.* – М. : АН СССР, 1958. – 116 с. (англ. пер.: *Programming Programme for the BESM computer.* – London: Pergamon Press, 1959. – 158 p.).

[92] Shackel B. *Ergonomics for a computer* // Design. – No. 120. – 1959. – P. 36–39.

[93] Shackel B. *Ergonomics in the design of a large digital computer console* // Ergonomics. – 5 (1962). – P. 229–241.

[94] Shackel B. *Multi-access computer systems – some needs for human factors studies* // EMI Electronics Report. – 1965. – IMP-F1-2-2.

[95] Shacel B. *Human-computer interaction – Whence and whither?* // Journal Interacting with Computers archive. – Vol. 21. – Issue 5–6. – December, 2009. – P. 353–366.

[96] Grudin J. *Brian Shackel's contribution to the written history of Human-Computer Interaction* // Interacting with Computers. – 21 (2009). – P. 370–374.

[97] *Enable Talk Gloves* // Time (Tech). – 2012. – Nov. 01.

[98] Licklider J. C. R. *Man-computer symbiosis* // IRE Transaction on Human Factors in Electronics. – Vol. HFE-1 (1960). – P. 4–11.

[99] Licklider J. C. R. *Problems in man-computer communication* // Communication Processes (1963) (ed. by F. A. Geldard). – Oxford : Pergamon, 1965. – P. 260–266.

[100] Licklider J. C. R. *Man-computer partnership* // International Science and Technology. – May, 1965. – P. 18–26.

[101] Jordan N. *Motivational problems in human-computer operations* // Journal of the Human Factors and Ergonomics Society. – V. 4. – No. 3 (1962). – P. 171–176.

[102] Fano R.M. *Joseph Carl Robnett Licklider (1915–1990). Biographical Memoir*. – Washington D. C. : National Academies Press, 1998.

[103] Licklider J. C. R. and Clark W. E. *On-line man-computer communication* // Proceeding AIEE-IRE, spring joint computer conference. – May 1–3. – 1962. – P. 113–128.

[104] Engelbart D. C. *A Conceptual Framework for the Augmentation of Man's Intellect* // *The Augmentation of Man's Intellect by Mashine* (ed. by P. W. Howerton and D. C. Weeks). – Washington : Spartan Books, 1963. – P. 1–29.

[105] Friedenwald M. *Konzepte der Mensch-Computer-Kommunikation in der 1960er Jahren: J. C. R. Licklider, Douglas Engelbart und der Computer als Intelligenzverstärker* // *Technikgeschichte*, 67. – 2000. – No. 1. – S. 1–24.

[106] *Berkshire Encyclopedia of Human-Computer Interaction*. – Massachusetts : Berkshire Publishing, 2004. – 2 Vol. – 1000 p.

[107] *Professor Sir Maurice Wilkes (Obviature)* // *The Daily Telegraph*. – 2010. – 30 November.

[108] Wilkes M. V. *The Digital Computer in the Drawing Office* // *Control*. – 1962. – Vol. 7. – P. 61.

[109] Wilkes M. V. *Computer Graphics (Fibonacci Lecture 1966)*. C.S.C.E. – Pisa : Pisa Publication. – 1967. – No. 100.

[110] Voas R. B. *A description of the astronaut's task in project mercury* // *Journal of Human Factors*. – 1961. – № 3. – S. 149–165.

[111] Gass S. I. *The role of digital computers in Project Mercury* // *Proceeding of eastern joint computer conference AFIPS '61 December 12–14, 1961: computers – key to total systems control*. – New York : ACM, 1961. – P. 33–46.

[112] Marshall W., Dantzig G. B. *Programming of Interdepend Activities: I General Discussion* // *Econometrica*. – Vol. 17 (3). – 1949. – P. 193–199.

[113] Gass S. I. *George B. Dantzig* // *Profiles in Operations Research. International Series in Operations Research & Management Science*. – 2011. – № 147. – P. 217–240.

[114] Riley V., Gass S. I. *Linear Programming and Related Techniques; A Comprehensive Bibliography*. Operations Research Office. – Chevy Chase, Maryland : John Hopkins Press, 1958.

[115] Гейл Д. Теория линейных экономических моделей / пер. с англ. Л. И. Горькова, С. С. Кислицина и И. Л. Романовской; под ред. Н. Н. Воробьёва. – М. : ИЛ, 1963. – 418 с.

[116] Assad A. A. *Four Score Years of Saul I. Gass: Portrait of an OR Professional* // Perspectives in Operation Research (eds. F. B. Alt; M. C. Fu; D. L. Golden). – Berlin-New York : Springer, 2006. – P. 23–72.

[117] Соснин П. И. *Человеко-компьютерная диалогика*. – Ульяновск : УГТУ, 2001. – 285 с.

[118] Norman A. D. *The Invisible Computer. Why Good Products Can Fail, the Personal Computer Is So Complex, and Information Appliances Are the Solution*. – Cambridge, Massachusetts : MIT Press, 1998. – 316 p.

[119] Wang An with Linden E. *Lessons: An Autobiography*. – Boston : Addison Wesley, 1986. – 230 p.

[120] Rosenberg R. *Company Fumbles Its Alliance with Giant IBM* // Boston Globe. – 1992. – July 28. – Business section, p. 37.

[121] Negri G. *Dr. Ge Yao Chu, cofounder of Wang Laboratories; at 93* // The Boston Globe. – 2011. – August 30.

[122] Webster E. *Print Unchained: Fifty Years of Digital Printing, 1950–2000 and Beyond*. – DRA of Vermont, Inc., 2000.

[123] Markoff J. *Alan F. Shugart, 76, a developer of Disk Drive Industry, Dies*. – The New York Times, Obituaries. – 2006–12–15.

[124] *Академическое дело, 1929–1931 гг. : документы и материалы следственного дела, сфабрикованного ОГПУ* / ред. кол.: В. П. Леонов (отв. ред.), Ж. И. Алфёров, Б. В. Ананьич и др.; библиотека РАН. – СПб. : Изд-во БАН, 1988.

[125] Блинов В. И., Урвалов В. А. *Б. Л. Розинг*. – М. : Просвещение, 1991. – 64 с.

[126] Васин А. Н., Велембовская К. М. *Страницы биографии «Отца телевидения» В. К. Зворыкина // Новая и новейшая история.* – 2009. – № 5. – С. 201–218.

[127] Abramson A. *Zvorykin, Pioneer of Television.* – Champaign : University of Illinois Press, 1995.

[128] Bitzer D. L., Braunfeld P., Lichtenberger W. *PLATO : An automatic teaching device // IRE Transactions on Education, E-4.* – Dec. 1961. – P. 157–161.

[129] Bitzer D. L., Lichtenberger W., Brauenfeld P. G. *PLATO II : A multiple-student computer controlled teaching machine // Programmed Learning and Computer-based Instruction* (ed. by Coulson). – New York : John Wiley & Sons, 1962. – P. 205–216.

[130] Bitzer D. L., Braunfeld P. *A computer-controlled teaching system (PLATO) // New Media in Higher Education* (ed. by Brown and Thornton). – Washington, D.C. : National Education Association, 1963. – P. 108–110.

[131] Hochheiser S. *Oral history interview with Donald Bitzer.* – Minneapolis : Charles Babbage Institute Collection, University of Minnesota, 12/19/1988.

[132] Dunmur D., Sluckin T. *Soap, Science, and Flat-screen TVs : a history of liquid crystal.* – Oxford : Oxford University Press, 2011. – 254 p.

[133] Bilby K. *The General : David Sarnoff and the Rise of the Communications Industry.* – New York : Harper & Row, 1986. – 326 p.

[134] *EGA Boards Labeled 'Accepted Standard' // Info World.* – 1985. – Vol. 7. – No. 51. – P. 14.

[135] Aho A., Kernighan B. W., Weinberger P. J. *AWK – A Pattern Scanning and Processing Language // Software – Practice and Experience.* – 9 (4). – April 1979. – P. 267–280.

[136] Norton P. *Inside the IBM PC : access to advanced features and programming.* – R. J. Brady Co., 1983. – 262 p.

[137] Турчин В. Ф. *Феномен науки. Кибернетический подход к эволюции.* – 2-е изд. – М. : Словарное издательство ЭТС, 2000. – 368 с.

[138] Shirakawa H., Louis E., MacDiarmid A. G., Chiang C. K., Heeger A. J. *Synthesis of electrically conducting organic polymers: Halogen derivatives of polyacetylene, (CH)_x*. // Journal of the Chemical Society, Chemical Communications (16). – 1977. – P. 578.

[139] Chang K. *Alan MacDiarmid, 79, Who Won Nobel for Work With Plastic, Dies* // The New York Times. Obituaries. – 2007. – 8 February.

[140] Round H. J. *A note on carborundum* // Electrical World. – 1907. – № 49. – P. 309.

[141] Новиков М. А. *Олег Владимирович Лосев – пионер полупроводниковой электроники (к столетию со дня рождения)* // Физика твердого тела. – 2004. – Т. 46. – Вып. 7. – С. 5–9.

[142] Остроумов Б. *Памяти В. К. Лебединского : некролог* // Успехи физических наук. – 1938. – Т. 19. – Вып. 4. – С. 441–447.

[143] Holonyak N. *Coherent (visible) light emission from GaA_{1-x}P_x junctions* // Appl. Phys. Lett. – 1962. – Vol. 1. – P. 82–83.

[144] *Nick Holonyak : He Saw The Lights* // Business Week. – 2005. – May 22.

[145] Zheludev N. *The life and the time of the LED – a 100-year history* // Nature Photonics. – 2007. – № 1 (4). – P. 189–192.

[146] Tidwell M., Johnston R. S., Melvill D., Furnes III T. A. *The Virtual Retinal Display – A Retinal Scanning Imaging System*. – Seattle : Ph. D. Human Interface Technology Laboratory, University of Washington, 1992. – P. 1–95.

[147] Kazuo Yoshinaka. *Display Device*. – Nippon Electric Company. 1986–09–03. Japanese publ. number JP 61198892.

[148] Hodges L. F. *Time-Multiplexed Stereoscopic Computer Graphics* // IEEE Computer Graphics. – 1992. – V. 12. – No. 2. – P. 20–30.

[149] Шелухин О. И., Лукьянцев Н. Ф. *Цифровая обработка передачи речи*. – М. : Радио и Связь, 2000. – 456 с.

[150] Stafford-Fraser Q. *The Life and Times of the First Web Cam. (When convenience was the mother of invention)* // Communications of the ACM. – July 2001. – Vol. 44. – No. 7. – P. 25–26.

[151] Eyck C. *Die Kunst des Thereminspiels (The Art of Playing the Theremin)*. – Berlin : SERVI Verlag, 2006.

[152] Махун С. *Доктор Фаустус XX века. Лев Термен, опередивший время – «не более, не менее» // Зеркало недели*. – 2004. – № 46 (521). – 13–19 ноября.

[153] Глебкин В. В. *Мир в зеркале культуры. Ч. 1. История древнего мира*. – М. : Добросвет, 2000. – 256 с.

[154] Zable J. L., Lee H. C. *An overview of impact printing // IBM Journal of Research and Development*. – Nov. 1997. – Vol. 41. – Issue 6. – P. 651–668.

[155] Singh M. and al. *Inkjet Printing – Process and its Applications // Advanced Materials*. – 2009. – 22 (6).

[156] Owen D. *Copies in Seconds – Chester Carlson and the Birth of the Xerox Machine*. – New York : Simon & Schuster, 2004. – 320 p.

[157] Urbons K. *Chester F. Carlson und die Xerografie*. – Mülheim : Urbons Dokumentation, 2008.

[158] Kornei O. *Structure and Performance of Magnetic Transducer Heads // Journal of Audio Engineering Society*. – July 1953. – Vol. 1. – No. 3. – P. 225–231.

[159] Kornei O. *Survey of Flux-Responsive Magnetic Reproducing Heads // Journal of Audio Engineering Society*. – July 1954. – Vol. 2. – No. 3. – P. 145–150.

[160] Жилевич И. И., Немировский Е. Л. *Электрофотография*. – М. : Искусство, 1961. – 128 с.

[161] Сташевский В. М. *Алфавитно-цифровое печатающее устройство // Большая советская энциклопедия*. – 3-е изд. – М. : Советская энциклопедия, 1969. – Т. 1.

[162] Ланина Э. П. *История развития вычислительной техники*. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2001. – 167 с.

[163] *Воспоминания Л. В. Власовой – инженера-наладчика ЭВМ «Урал-1» (2003)*. – URL: http://kik-sssr.narod.ru/Ural-1_IVC_Baikonur.htm

[164] Schiffer M. B. *Power Struggles: Scientific Authority and the Creation of Practical Electricity Before Edison*. – Cambridge, MA : MIT Press, 2008.

[165] Beyer R. *The Greatest Stories Never Told : 100 tales from history to astonish, bewilder and stupefy*. – New York : A & E Television Networks, 2003.

[166] Korn A. *Electrische Fernphotographie und Anliches* (2 Auflage). – Leipzig : Verlag von S. Hirzel, 1907.

[167] Берлин Ф. Н. *Терминалы и основные технологии обмена информацией*. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 511 с.

[168] Korn A., Nesper E. *Bildrundfunk*. – Berlin, 1926.

[169] Миронов Д. Ф. *Компьютерная графика в дизайне*. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 560 с.

[170] Thomé H. *Einheit des Wissens im Zeichen «technischer Existenz»* – Max Bense // Die Universität Stuttgart nach 1945 : Geschichte – Entwicklungen – Persönlichkeiten. (Hrsg.: Norbert Becker, Franz Quarthal). – Ostfildern : Thorbecke, 2004. – S. 345–348.

[171] Eckardt M. *Angewandte Wissenschaftsrevision – Überschneidungen und Parallelen im Schaffen von Max Bense und Georg Klaus* // Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft / Humankybernetik. – 2002. – № 43. – S. 143–152.

[171] Redmond K. C., Smith T. M. *Project Whirlwind: The history of a Pioneer Computer*. – Bedford, MA : Digital Press, 1980.

[172] Redmond K. C., Smith T. M. *From Whirlwind to MITRE : The R & D Story of The SAGE Air Defense Computer*. – Cambridge, MA : MIT Press, 2000.

[173] Nees G. *Generative Computergraphik*. – Vice Versa, 2006.

[174] Nees G. *Grenzzeichen: Bilder und Gedanken zu einer constraint-orientierten Ästhetik*. – Würzburg : Deutscher Wissenschafts Verlag, 2010.

[175] Forrester J. W. *The Beginning of System Dynamics* (The Banquet Talk) / The International Meeting of the System Dynamics Society. – Stuttgart, Germany, 1989. – July 13.

[176] Enticknap R. G., Schuster E. F. *SAGE Data System Considerations* // AIEE Transaction. – Vol. 77. – Part 1 (1958/January 1959). – P. 824–832.

[177] Jacobs J. F. *The SAGE Air Defense System : A Personal History*. – MITRE Corporation, 1986.

[178] Малюх В. Н. *Введение в современные САПР : курс лекций*. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 192 с.

[179] Норенков И. П. *Основы автоматизированного проектирования : учебник для вузов*. – 4-е изд. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 430 с.

[180] Schoenberg I. J. *Contributions to the problem of approximation of equidistant data by analytic functions* // Quart. Appl. Math. – 1946. – Vol. 4. – P. 45–99 and 112–141.

[181] De Casteljaud P. *Courbes à poles*. – INPI, 1959.

[182] De Casteljaud P. *Surfaces à poles*. – INPI, 1963.

[183] Bézier P. E. *Définition numérique des courbes et surfaces I* // Automatisme. – XI (1966). – S. 625–632.

[184] Bézier P. E. *Définition numérique des courbes et surfaces II* // Automatism. – XII (1967). – S. 17–21.

[185] Bézier P. E. *Example of an existing system in the motor industry: the UNISURF system* // Proceedings of the Royal Society of London. – 321 (1971). – P. 207–218.

[186] Bézier P. E. *Mathematical and practical possibilities of UNISURF. Computer Aided Geometric Design*. – Academic Press, 1974.

[187] Coons S. A. *Computer graphics and innovative engineering design – super-sculptor* // Datamation. – 1966. – 12 (5). – P. 32–34.

[188] Coons S. A. *Modification of shape of piecewise curves* // Computer-Aided Design. – 1977. – 9 (3). – P. 178–180.

[189] Vesprille K. J. *Computer Aided Design Applications of the Rational B-spline Approximation Form*. – Syracuse, NY : Syracuse University, (February 1975).

[190] Lee E. *The rational Bézier representation for conics* // Geometric Modeling : Algorithms and New Trends (ed. G. Farin). – Philadelphia : SIAM, 1987. – P. 3–19.

[191] Lee E. *Choosing nodes in parametric curve interpolation*. – Computer Aided Design. – 1989. – 21 (6). – P. 136–149 (Presented at the SIAM Applied Geometry Meeting, Albany, NY, 1987).

[192] Manocha D., Barsky B. A. *Basis Functions for Rational Continuity* // CG International '90 (eds. Chua Taf-Seng and Kunii, Tosiyasu L.). – Tokyo : Springer-Verlag, 1990. – P. 521–541.

[193] Малозёмов В. Н., Машарский С. М. *Основы дискретного гармонического анализа : учебное пособие*. – СПб. : Издательство «Лань», 2012. – 304 с.

[194] Newman W. M., Sproull R. F. *Principles of interactive computer graphics*. – McGraw-Hill, 1979. – 541 p.

[195] Whitney J. *Digital Harmony : On the Complementarity of Music and Visual Art*. – Peterborough : N. H. Byte Books / McGraw-Hill, 1980.

[196] Manovich L. *The Language of New Media*. – Cambridge, MA : MIT Press, 2001. – 354 p.

[197] Moritz W. *James Whitney. Articulated Light : Emergence of Abstract Film*. – Boston : Harvard Film Archives, 1996.

[198] Drain A. *Laposky's Lights Make Visual Music* // Symmetry. – Vol. 4. – Issue 3. – August 2012. – P. 32–33.

[199] *The History of Animation*. – URL: <http://schools.spsd.sk.ca/mountroyal/hoffman/Animation/Reference/History.html>

[200] Sutherland I. E. *Sketchpad : A Man-Machine Graphical Communication System*. – New York : Garland Publishers, 1980.

[201] Markoff J. *David Evans, Pioneer in Computer Graphic, Dies at 74* // New York Times. – 1998. – October 12.

[202] Franke H. W. *Computergraphik – Computerkunst*. – München : F. Bruckman Verlag, 1971. – 134 s.

[203] Kitching A. T. *Antics – Graphic Animation By Computer* // Computers & Graphics. – 1977. – Vol. 2. – P. 219–223.

[204] Kitching A. T. *Antics Animation at Swedish Television // Television (Journal of the Royal Television Society)*. – 1979. – Mar/Apr. – P. 11–14.

[205] Mandelbrot B. *Fractals : Form, Chance and Dimension*. – San Francisco : W. H. Freeman and Co., 1977. – 365 p.

[206] Barnsley M. F. *Fractals Everywhere*. – New York : Academic Press, 1988. – 394 p.

[207] Кроновер Р. М. *Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории / пер. с англ., под ред. Т. Э. Кренкеля*. – М. : Постмаркет, 2000. – 352 с.

[208] Бобровски Д. *Введение в теорию динамических систем с дискретным временем / пер. с польск. Ю. Н. Сирота; под ред. В. П. Одинца*. – М.–Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», ИКИ, 2006. – 360 с.

[209] Schewe J. *Thomas&John Knoll // PhotoshopNews*. – 2000. – February.

[210] Сергеев А. П., Кущенко С. В. *Основы компьютерной графики. Adobe Photoshop и CorelDRAW – два в одном : самоучитель*. – М. : Диалектика, 2006. – 592 с.

[211] Осипов Л. А. *Язык АНАЛИТИК и его сравнение с языками АЛГОЛ и ФОРТРАН*. – М. : Наука, 1982. – 160 с.

[212] Шубский П. *Хэй, Амиго! История компьютеров Amiga // Игромания*. – 2009. – № 1(136). – С. 134–137.

[213] *Alexander (Sandy) Shafto Douglas 1921–2010 // The Computer Journal*. – 2010. – 54(2). – P. 187–188.

[214] Anderson J. *Who Really Invented The Video Game? // Creative computing video&arcade games*. – Spring 1983. – Vol. 1. – No. 1.

[215] Graetz J. M. *The Origin of Spacewar // Creative Computing*, August 1981. – P. 56–67.

[216] Bartle R. *Artificial Intelligence and Computer Games*. – Century Communications, 1985. – 256 p.

[217] Скляревский Е. *Занимательная математика в эпоху хай-тека // Компьютерра*. – 2004. – № 43(567).

[218] Пажитнов А.Л. *Тетрис – из России с любовью.* / ВВС, Интервью, (6 июля 2004).

[219] Бакман Р., Дейд К. *Adobe обидела полиграфистов* // Ведомости. – 2007. – № 140 (1914). – 31 июля.

[220] *Martin Newell (computer scientist)*. – URL : [http://en.wikipedia.org/wiki/Martin_Newell_\(computer_scientist\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Martin_Newell_(computer_scientist))

[221] *John Warnock*. – URL : http://en.wikipedia.org/wiki/John_Warnock

[222] *Charles Geschke*. – URL : http://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Geschke

[223] Романовский И.В., Столяр С.Е. *Стеки и стековые языки.* Учебное пособие. – СПб. : Изд-во ЦПО «Информатизация образования», 2002. – 35 с.

[224] *Alexander Stepanov*. – URL : http://en.wikipedia.org/wiki/Alexander_Stepanov

[225] Цыцулин А. К. *Создатель космического телевидения Пётр Фёдорович Брацлавец* // История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде) / под общ. ред. чл.-кор. РАН Р. М. Юсупова; сост. М. А. Вус. – СПб. : Наука, 2012. – Вып. 3. – С. 24–31.

[226] Pearcey T. *Modern Trends in Machine Computation* // Supplement to the Australian Journal of Science. – 1949. – X(4). – P. i-xx.

[227] Xenakis I. *Formalized Music: Thought and Mathematic in Composition*. – Hillsdale, NY : Pendragon Pr., 2001.

[228] Дубов М. Э. *Янис Ксенакис: архитектор новейшей музыки.* /Кандидатская диссертация. – М. : МГК им. П. И. Чайковского, 2008. – 232 с.

[229] *Скрябин : Человек, художник, мыслитель* : сборник статей. – М. : ГУК «Мемориальный музей А. Н. Скрябина», 2005. – 220 с.

*Именной указатель*¹

А

- Абрамсон Норман (Abramson Norman: 1932), 23, 24, 27
Авраменко Сергей Александрович (до 1922 г. – после 1963 г.), 5
Азирру Амирру (XIV в. до н. э.), 7
Айкен Говард (Aiken Howard Hathaway: 1900–1973), 42, 51, 52
Алмазова Нина Александровна (р. 1971), 106
Амонтонс Дж. (Amontons Guillaume: 1663–1705), 8
Андриссен Марк (Andreessen Mark Lovell: 1971), 37, 38
Ахо Альфред (Aho Alfred Vaino: 1941), 60, 61

Б

- Байна Эрик (Bina Eric: 1964), 37
Барнсли Майкл (Barnsley Michael Fielding: 1946), 92
Бартль Ричард (Bartle Richard Allan: 1960), 97
Безье Пьер (Bézier Pierre Étienne: 1910–1999), 85, 87
Беккер Оскар (Becker Oskar: 1889–1964), 81
Белл Александр (Bell Alexander Graham; 1847–1922), 14, 15, 27, 40
Белл М. (Bell Alexander Melville), 14
Бенс (Бензе) Макс (Bense Max: 1910–1990), 80, 81
Берд Мэстон (Beard Maston: 1918), 103, 104
Бергштрёссер И. (Bergströsser Johann: 1732–1812), 8
Бернаноз Андре (Bernanose André: 1912–2002), 62, 64
Бернерс-Ли Тимоти (Berners-Lee Timothy John: 1955), 34, 35, 36
Бернхардт Вальтер (Bernhardt Walter), 90
Битцер Дональд (Bitzer Donald L.: 1934–2009), 56, 57, 58
Бодо Эмиль (Baudot Émil: 1845–1903), 12
Боггс Дэвид (Boggs David R.: 1950), 27
Бонч-Бруевич Михаил Александрович (1888–1940), 65
Боше (Босе) Джагадиш Чандра (Boshu Jôgodish Chôndro: 1858–1937),
21, 22

¹ Без учета списка литературы.

Бранли Эдуард (Branly Édouard Eugène Désiré: 1844–1940), 17, 21, 22
Браславец Пётр Фёдорович (1925–1999), 101
Браун Гордон (Braun Gordon Stanley: 1907–1996), 82
Браун Карл (Braun Karl Ferdinand: 1850–1816), 21, 22, 56
Браун Расселл (Brown Russell Preston: 1907–1996), 94
Браунфельд Питер (Braunfeld Peter G.: 1930), 57
Брусенцов Николай Петрович (р. 1925), 75
Брюстер Дэвид (Sir Brewster David: 1781–1868), 9
Бурсель Шарль (Bourseul Charles: 1829–1912), 13
Бухвалова Вера Вацлавна (р. 1948), 6
Бэббидж Чарльз (Babbage Charles: 1791–1871), 13, 70
Бэрэн Моше (Baran Morris: 1884–1979), 26
Бэрэн Пол (Baran Paul: 1926–2011), 26

В

Ван Ань (Wang An: 1920–1990), 50, 52
Вебер Вильгельм (Weber Wilhelm Eduard: 1804–1891), 10
Вейнбергер Питер (Weinberger Peter Jay: 1942), 60, 61
Весприлл Кеннет (Vesprille Kenneth J.), 86
Владимир I Святославич (до 969 г. – 1015), 8
Воас Роберт (Voas Robert Bruce), 48
Вуд Маршалл (Wood Marshall), 48
Вудс Дон (Woods Don: 1954), 97, 98

Г

Гагарин Юрий Алексеевич (1934–1968), 101
Галеев Булат Махмудович (1940–2009), 106, 107
Гасс Саул (Gass Saul I.: 1926), 48, 49, 50
Гаусс Карл (Gauss Carl: 1777–1855), 10
Гафни Джон (Gaffney John), 98
Гейсберг Самуэль (Семён) П. (Geisberg Samuel P.), 87
Гельмгольц Герман (von Helmholtz Hermann Ludwig Ferdinand: 1821–1894), 16

Герасимов Вадим (р. 1968), 98
Геродот (484–425 гг. до н. э.), 7
Герфайд Джордж (Gerpheide George E.), 46
Герц Густав (Hertz Gustav Ferdinand: 1827–1914), 16
Герц Генрих (Hertz Heinrich Rudolf: 1857–1894), 16, 17, 19, 20
Гешке Чарльз (Geschke Charles: 1939), 98, 99, 100
Глушков Виктор Михайлович (1923–1982), 94
Говард Роберт (Howard Robert: 1923), 52
Годдард Роберт (Goddard Robert Hutchings: 1882–1945), 49
Голубицкий Павел Михайлович (1845–1911), 14
Гордон Дэниэл (Gordon Daniel), 69
Горин Ефим Евграфович (1881–1951), 74, 75
Грей Илайша (Gray Elisha: 1835–1901), 14
Грец Мартин (Graetz Martin), 96
Грудин Джонатан (Grudin Jonathan), 43
Губайдулина София Асгатовна (р. 1931), 107
Гук Роберт (Hook Robert: 1635–1705), 8
Гумбольдт Александр (von Humboldt Alexander: 1769–1859), 11
Гэю Чу (Ge-Yao Chu: 1918–2011), 52

Д

Данциг Джорж (Dantzig George Bernard: 1914–2005), 48
Джобс Стив (Jobs Steven Paul: 1955–2011), 54
Джон (святой) [Фишер] (Fisher John: 1469–1535), 47
Джонсон Мартин (Johnson Martin), 69
Дрексель Энтони (Drexel Anthony Joseph: 1826–1893), 26
Дуглас Александр (Douglas Alexander Shafto «Sandy»: 1921–2010), 94
Дэвис Дональд (Davis Donald Watts: 1924–2000), 27
Дэй Джереми (Day Jeremi), 10

Е

Екатерина II (Екатерина Алексеевна: 1729–1796) (Sophie-Auguste-Frederike von Anhalt-Zerbst-Dornburg), 8

Ершов Андрей Петрович (1931–1988), 42, 43

Ё

Ёшинака Казуо (Yoshinaka Kazuo), 67

Ж

Жаккар Жозеф (Jacquard Joseph Marie: 1752–1834), 13

Жордэн Н. (Jordan N.), 44

З

Зайцев Валентин Фёдорович (р. 1945), 6

Зворыкин Владимир Козьмич (Zvorykin Vladimir: 1888–1982), 56, 57

Зёммеринг Самуэль (Sömmering Samuel Thomas: 1755–1830), 9, 10

И

Иванов Валерий, 88

Иоффе Абрам Фёдорович (Файвиш) (1880–1960), 65

К

Казелли Джованни (Caselli Giovanni: 1815–1891), 76, 78, 79

Кайо Роберт (Cailliau Robert: 1947), 35, 36

Камнитцерс Питер (Kamnitzers Peter: 1921–1998), 91

Кан Роберт (Kahn Robert Elliot: 1938), 32, 33

Канторович Леонид Витальевич (1912–1986), 49, 50

Карлсон Честер (Carlson Chester Floyd: 1906–1968), 73, 74, 75

де Кастельжо Поль (de Casteljau Paul: 1930), 85, 87

Келдыш Мстислав Всеволодович (1911–1978), 86

Керниган Брайан (Kernighan Brian: 1942), 60, 61

Кир II Великий – персидский царь (правил в 559–530 гг. до н. э.), 7

Киров (Костриков) Сергей Миронович (1886–1934), 49

Кирхгоф Густав (Kirchhoff Gustav Robert: 1824–1887), 16

Китов Анатолий Иванович (1920–2005), 26, 27

Китчинг Алан (Kitching Alan), 88, 92

Кларк Джеймс (Clark James H.), 37, 38
Кларк Уэсли (Clark Wesley Allison: 1927), 30, 44
Кляйн Чарли (Kline Charley), 25
Клейнрок Леонард (Kleinrock Leonard: 1934), 25, 32
Кноль Джон (Knoll John: 1962), 93
Кноль Томас (Knoll Thomas), 93
Коллинс Джонатан (Collins Jonathan), 54
Коннер Финис (Conner Finis), 53
Константинов Николай Николаевич (р. 1932), 88, 89
Корбюзье Ле (Corbusier Le: 1887–1965), 105
Корн Артур (Korn Arthur: 1870–1945), 76, 77, 78
Корнеи Отто (Kornei Otto: 1903–1993), 71
Королёв Сергей Павлович (1907–1966), 70
Крейн Селим Григорьевич (1917–1999), 5
Криницкий Николай Андреевич (1914–1933), 27
Кроутер Уильям (Crowther William: 1936), 97, 98
Крупская Надежда Константиновна (1869–1939), 99
Ксенакис Яннис (Xenakis Iannis = Ξενάκης Ιάννης (греч.): 1922–2001), 105, 106
Кулибин Иван Петрович (1735–1818), 8
Кунг-Фи (X век), 13
Кунс Стивен (Coons Steven Anson: 1912–1979), 86

Л

Лапоски Бен (Laposki Ben Francis: 1914–2000), 90
Лачинов Дмитрий Александрович (1842–1902), 19
Лебединский Владимир Константинович (1868–1940), 65
Леви Стив (Levy Steven: 1951), 45
Леман Отто (Lehmann Otto: 1855–1922), 57
Ли Юджин (Lee Eugene), 87
Ликлидер Джозеф (Licklider Joseph Carl Robnett: 1915–1990), 44, 46
Линкольн Авраам (Lincoln Abraham: 1809–1865), 29, 44
Лихтенбергер Уильям (Lichtenberger William), 57

Лодж Оливер (Lodge Oliver Joseph: 1851–1940), 18, 19, 21
Ломоносов Михаил Васильевич (1711–1765), 98, 99
Лосев Олег Владимирович (1903–1942), 65, 66
Люмис Махлон (Loomis Mahlon: 1826–1886), 16

М

Макдиармид Алан (MacDiarmid Alan Graham: 1927–2007), 63, 66
Маккахилл Марк (McCahill Mark P.: 1956), 36
Максвелл Джеймс (Maxwell James Clerk: 1831–1879), 16, 17
Малозёмов Василий Николаевич (р. 1939), 87
Мандельброт Бенуа (Mandelbrot Benoit B.: 1924–2010), 92
Маркони Гульельмо (Marconi Guglielmo Marchese: 1874–1937), 18, 19, 20, 21, 64
Масуока Фуджио (Masuoka Fudjio: 1943), 78
Меткальф Роберт (Metkalf Robert Melancton: 1946), 27, 69
Меуччи Антонио (Meucci Antonio: 1808–1889), 14, 40
Минахин Виктор, 89
Мирхед Александр (Muirhead Alexander: 1848–1920), 17
Михалков Никита Сергеевич (р. 1945), 93
Морзе Дж. (Morse Jedidiach: 1761–1826), 10
Морзе Самуэль (Morse Samuel Finley Breese: 1791–1872), 10, 13
Морозов Ю. И., 12
Моррисон Чарльз (Morrison Charles), 9
Моучли Джон (Mauchly John: 1907–1980), 26, 42

Н

Наке Фридер (Nake Frieder: 1938), 81
Наполеон I Бонапарт (Napoleone Bonaparte: 1769–1821), 11
Негропонте Джон (Negroponte John Dimitri: 1939), 86
Негропонте Николас (Negroponte Nicholas: 1943), 86
Неспер Юджин (Nesper Eugen: 1879–1961), 78
Нис Георг (Nees Georg: 1926), 80, 81, 82
Нобили Леопольдо (Nobili Leopoldo: 1784–1835), 76

Нолл Майкл (Noll A. Michael: 1939), 81
Нортон Питер (Norton Peter: 1943), 61, 62
Ньювелл Мартин (Newell Martin), 99
Ньюелл Пол (Newell Paul Allen), 96
Ньюмен Уильям (Newman William M.), 91

О

Одинец Владимир Петрович (Odyniec Włodzimierz: 1945), 2
Олег-древне-русский князь (?–912), 7
Оре О. (Ore Øystein: 1899–1968), 42

П

Павлов Иван Петрович (1859–1936), 65
Пажитнов Алексей Леонидович (р. 1956), 97, 98
Парфёнов Владимир Глебович (р. 1949), 6
Певный Александр Борисович (р. 1947), 6
Пилсудский Юзеф (Pilsudski Jo'seph Klemens: 1867–1935), 92
Пирси Тревор (Pearsey Trevor: 1919–1989), 103, 104
Полотовский Григорий Михайлович (р. 1947), 5
Пономаренко Владимир, 89
Попов Александр Степанович (1859–1906), 18, 19, 20, 21

Р

Райли В. (Riley V.), 49
Райнитцер Фридрих (Reinitzer Friedrich Richard: 1857–1927), 57
Райс Филипп (Reis Philipp: 1834–1874), 13, 14
Рамеев Башир Искандерович (1918–1994), 75
Раскин Аза (Raskin Aza: 1984), 54
Раскин Джеф (Raskin Jef: 1943–2005), 53, 54
Рассел Стив (Russel Stephen: 1937), 96
Раунд Генри (Round Henry Joseph: 1881–1961), 64
Риги Аугусто (Righi Augusto: 1850–1921), 20
Робертс Лоуренс (Roberts Lawrence Gilman: 1937), 23, 29, 30, 86

Робинсон Прентис (Robinson Prentice), 52
Розинг Борис Львович (1869–1933), 56, 79
Рокфеллер Джон (Rockefeller John Davison: 1839–1937), 85
Романовский Иосиф Владимирович (р. 1935), 6
Румкорф Генрих (Ruhmkorff Heinrich Daniel: 1803–1877), 16
Рюрик (Рюрик I) (до 835–879), 7

С

Сазерленд Айвон (Sutherland Ivan Edward: 1938), 45, 46, 47, 81, 86, 91
Сальва дон Франциско (Salva y Campillo don Francisco: 1751–1828), 9, 40
Сарнов Дэвид (Sarnoff David: 1891–1971), 57, 58
Серф Винт (Serf Vinton Gray: 1943), 32
Силлиман Бенджамин (Silliman Benjamin: 1779–1864), 10
Сиракава Хидеки (Shirakawa Hideki: 1936), 63, 66
Скрябин Александр Николаевич (1872–1915), 106, 107
Скрябин Николай Александрович (1849–1915), 106
Слонимский Хаим-Зелик (Зиновий Яковлевич: 1810–1904), 12, 13
Спроулл Роберт (Sproull Robert F.: 1945), 91
Стаффорд-Фразер Квентин (Stafford-Fraser Quentin), 69
Степанов Александр Александрович (Stepanov Alexander: 1950), 47, 99, 100

Т

Танеев Сергей Иванович (1856–1915), 106
Термен Лев Сергеевич (Theremin Leon: 1896–1993), 69, 70
Тесла Никола (Tesla Nikola: 1856–1943), 17, 18, 21
Тобаги Фуад (Tobagi Fuad A.), 25
Томилини Александр Николаевич (р. 1933), 5
Томлинсон Раймонд (Tomlinson Raymond Samuel: 1937), 30, 31
Туполев Андрей Николаевич (1888–1972), 70
Турчин Валентин Фёдорович (1931–2010), 62
Тьюринг Алан (Turing Alan Mathison: 1912–1954), 28, 29, 32

У

- Уилкс Морис (Wilkes Maurice Vincent: 1913–2010), 47, 48
Уитанем Уэйн (Witaenem Wayne), 96
Уитни Джеймс (Whitney James: 1921–1982), 89
Уитни Джон (Whitney John, Sr.: 1917–1995) 89
Уитстон Чарльз (Wheatstone Charles: 1802–1875), 11
Уорнок Джон (Warnock John Edward: 1940), 98, 99

Ф

- Феттер Уильям (Fetter William: 1928–2002), 90
Флегонтов Александр Владимирович (р. 1953), 2, 6
Фокин Роман Романович (р. 1957), 2, 5
Форрестер Джей (Forrester Jay Wright: 1918), 82, 83, 102
Франке Герберт (Franke Herbert W.: 1927), 91
Фридрих Вильгельм III – Прусский король (Friedrich Wilhelm III: 1770–1840), 11
Фрэнк Герберт (Frank Herbert Patrick: 1920–1986), 91
Фукс Клаус (Fuchs (Fooks) Klaus (Claus) Emil Julius: 1911–1988), 28
Фулбрайт Джеймс (Fulbright James William: 1905–1995), 63

Х

- Хаббард Мэбел (Hubbard Mabel: 1857–1923), 14
Хайгинботам Уильям (Higinbotham William Alfred: 1910–1994), 95
Хан Стивен (Hahn Steven), 93
Ханратти Патрик (Hanratty Patrick J.: 1930–2008), 83, 84
Хаттори Кинтаро (Hattori Kintaro: 1860–1932), 71
Хаусдорф Феликс (Hausdorff Felix: 1868–1942), 93
Хигер Алан (Heeger Alan Jay: 1936), 63, 64
Хилл Джеф (Hil Geoff), 104
Холоньяк Ник (Holonyak: 1928), 66, 67
Хоппер Грейс (Hopper (Murrey) Grace: 1906–1992), 42, 43
Хьюз Дэвид (Hughes David Edward: 1831–1900), 11, 13, 16

Ц

Цин Шихуанди (первоначальное имя: Инь Чжень) (3 в. до н. э.), 70
Цузе Конрад (Zuse Konrad Ernst Otto: 1910–1995), 81
Цыбаков Борис Соломонович, 26

Ш

Шапп Игнаций (Chapp Ignace: 1760–1829), 8
Шапп Клод (Chapp Claude: 1763–1805), 8
Шато Пьер (Château Pierre), 8, 9
Шеннон Клод (Shannon Claude Elwood: 1916–2001), 45, 46
Шёнберг Исаак (Schönberg Isaac Jacob: 1903–1990), 84, 85
Шиллинг Павел Львович (Schilling von Cannstatt Paul: 1786–1837), 10, 11, 12
Шугарт Алан (Shugart Alan Field: 1930–2006), 52, 53
Шур Иссайя (Schur Issai: 1875–1941), 85
Шэкель Брайан (Shackel Brian), 43, 79

Э

Эванс Дэвид (Evans David: 1924–1998), 47, 91
Эдисон Томас (Edison Thomas Alva: 1847–1931), 12
Эдуард VI (король Англии и Ирландии) (Edward VI: 1537–1553), 47
Эйлер Леонард (Euler Leonhard: 1707–1783), 105
Эккерт Джон (Eckert John Adam Prosper: 1919–1995), 26, 42
Эммануил III (Витторио) – король Италии (Vittorio Emanuele III: 1869–1947), 20
Энгельбарт Д. (Engelbart Douglas Carl: 1925), 44, 45
Эсхил – древнегреческий драматург (525–456 гг. до н. э.), 7
Эхнатон (первоначально Аменхотеп IV) – фараон Древнего Египта (1375–1336 гг. до н. э.), 7

Ю

Юсупов Рафаэль Мидхатович (р. 1934), 6

Я

Якоби Борис Семёнович (von Jacobi Moritz Herman: 1801–1874), 11

Якоби Карл (Jacobi Carl Gustav Jacob: 1804–1851), 11

Якоби Симон (Jacobi Simon), 11

Ярдецки Пол (Jardetzki Paul), 69

Предметный указатель

Анализ

гармонический

– дискретный, 87

Анимация

– компьютерная, 89

АЦПУ, 74

Браузер

– Mosaic, 37

– Netscape Navigator, 38

– World Wide Web, 36

В-сплайн, 85

неравномерный

– рациональный (NURBS), 86

Веб-камера, 68

Веб-сайт, 36

Видеоадаптер

– VGA (Video Graphical Array), 59

– «Геркулес» (HGC), 58

– EGA (Enhanced Graphical Adapter), 59

– CGA (Color Graphic Adapter), 58

– MDA (Monochrome Display Adapter), 58

Геометрия

– фрактальная, 92, 93

Графика

– компьютерная, 46, 80

DIX-standard, 28

Дисплей

– виртуальный ретинальный (VRD), 67

– ЕС-7066, 42

– интеллектуальный, 59, 60

– на ЖК (жидких кристаллах), 57

– PLATO, 57

– TMOS, 68

– CRT (= ЭЛТ), 55

Идентификатор

– URI, 36

Изображение

– 3D, 94

Интерфейс, 23, 55

– внешний, 70

– внутренний, 55

– подключаемый

– параллельно, 51

– последовательно, 51

Коммутация

– пакетная, 29

Компьютер

– музыкальный (CSIRAC), 103

Компьютерная графика, 80

Компьютерная игра

- «Война в Космосе» (Spacewar), 94
- «Крестики – нолики» (Tic-tac-toe), 94
- «Куб поиска» (Cube Quest), 96
- «Мышь в лабиринте» (Mouse in Maze), 95
- «Теннис для двоих», 95
- «Тетрис», 97

Лаборатория

- Bell Labs, 61
- Brookhaven, 95
- CSL, 56
- DECWRL, 27
- Линкольна, 44
- Lawrence Livermore Lab, 66
- NRL, 28, 29
- Wang Lab, 51

Макрос, 60

Матрица

- масштабирования, 93
- поворота, 93
- сдвига, 93

Маршрутизатор, 30

Маршрутизация

- пакетная, 28

Миникомпьютер, 26

Многопользовательская игра (MUD), 97

Модем

- AVSD, 68

- DSVD, 68
- голосовой, 68

Модули

- индикаторные, 60

Набор стандартов подключения

- SCSI, 52
- USB, 53

Операционная система

- Amiga, 94
- Multics, 44
- UNIX, 47

Пантелеграф, 76

Паутина

- всемирная (WWW), 34, 35

Переводчик

- электронный, 61

Перо световое, 46

Персональный компьютер (PC)

- «МИР», 94
- «МИР-2», 94
- «AMIGA», 94
- «APPLE II», 94

Перчатки

- сенсорные («говорящие»), 43

Пиксель, 88

Почта

- электронная, 30

Принтер

- барабанный, 74
- Бэббиджа, 70
- лазерный, 72
- матричный, 70
- струйный, 72
- Tinkjet, 72
- термопринтер, 72
- IBM Quiet Writer, 72
- Kodak Diconix–150, 72
- «Электроника МС 6312», 72
- UNIPRINTER, 71

Программа взаимодействия с компьютером

- Scetchpad, 46
- Touchpad, 46

Протокол

- множественного доступа, 24
- сетевой
- Gopher, 36
- HTTP, 36
- с контролем несущей, 24
- TCP/IP, 32, 34

Радио, 17

Растр, 88

Растрирование, 88

Сеть¹

- ANSNET, 33
- ARPANET, 26, 30
- Telnet, 33
- CSNET, 31
- EBONE, 33
- Ethernet, 26
- Europanet, 33
- NETSCAPE, 37
- NSFNET, 33

Сети

- глобальные, 31
- локальные, 22, 27
- предприятий, 23

Символы

- псевдографические, 59

Система компьютерной графики

- интерактивная (ANTICS–2D), 92
- CAD/CAM (= САПР), 83
- I – DEAS, 86
- SAGE, 83
- TIGER, 86
- UNISURF, 85

Система позиционирования

- GPS, 39
- ГЛОНАСС, 39

Система управления

- доступа в среду (MAC), 23

¹ Порядок определяется латинским алфавитом.

- АЛОНА, 24
- чистая, 24
- дискретная, 24

Сканер

- барабанный, 77
- планшетный, 77

Телеграф

- оптический, 9
- электрический, 9
- электрохимический, 9

Телефон, 14

Терменвокс, 69

Тесселяция, 88

Технологии

- FOLED, 64
- LED, 64, 66
- OLED, 64
- PHOLED, 64
- SOLED, 64
- TMOS, 68
- TOLED, 64

Трубка

- Бранли, 17
- Брауна или катодно-лучевая (CRT) или электронно-лучевая (ЭЛТ), 21, 22

Уровень сети, 23

Факс-аппарат, 77, 78

Флеш-память, 78

Фототелеграф, 76

Фотошоп, 93

Фрактал, 92

Хост, 30

Шина интерфейсная, 52

Электролюминесценция, 63

– предпробойная, 66

Электрография, 73

Языки программирования

– АЛГЭМ, 27

– АЛМИР-65, 94

– Альфа, 43

– АНАЛИТИК, 94

– Бета, 43

– Лексикон, 43

– Ada, 100

– AWK, 60

– COBOL, 42

– Design System, 99

– ДYNAMO, 82

– FLOW-MATIC, 42

– Forth, 100

– FORTRAN, 105

– HTM, 36

– PostScript, 98

- PRONTO, 83
- PEΦAJI, 61
- Scheme, 100
- Tecton, 100

Список иллюстраций

1. С. А. Авраменко, 5
2. Сэмюэль Морзе, 10
3. П. Л. Шиллинг, 12
4. Б. С. Якоби, 12
5. Дэвид Хьюз, 13
6. З. Я. Слонимский, 13
7. Филипп Райс, 14
8. Александр Белл, 15
9. П. М. Голубицкий, 15
10. Генрих Герц, 16
11. Эдуард Бранли, 17
12. Никола Тесла, 18
13. Оливер Лодж, 18
14. А. С. Попов, 19
15. Д. А. Лачинов, 19
16. Гульельмо Маркони, 20
17. Карл Браун, 21
18. Джагадиш Чандра Боше, 21
19. Норман Абрамсон, 24
20. Ларри Робертс, 24
21. Леонард Клейнрок, 25
22. Фуад Тобаги, 26
23. Пол Бэрэн, 26
24. Роберт Маткальф, 28
25. Дональд Дэвис, 29
26. Сеть ARPANET, 30
27. Винт Серф, 32
28. Роберт Кан, 33
29. Сеть NSFNET (1988), 34
30. Тим Бернерс-Ли, 35
31. Роберт Кайо, 36
32. Марк Маккахил, 36
33. Марк Андриссен, 38
34. Джеймс Кларк, 38
35. Грейс Хоппер, 43
36. А. П. Ершов, 43
37. Джозеф Ликлидер, 44
38. Дуглас Энгельбарт на презентации 09.09.1968, 45
39. Айвон Сазерленд, 45
40. Морис Уилкс, 48
41. Саул Гасс, 50
42. Л. В. Канторович, 50
43. Ван Ань, 51
44. Алан Шугарт, 53
45. Логотип SCSI-устройства, 54
46. Символ USB, 54
47. Джеф Раскин, 53
48. Б. Л. Розинг, 56
49. В. К. Зворыкин, 57
50. Дональд Битцер, 58
51. Дэвид Сарнов, 58
52. Альфред Ахо, 61
53. Питер Вайнбергер, 61
54. Питер Нортон, 62
55. В. Ф. Турчин, 62
56. Андре Бернаноз, 64
57. Алан Хигер, 64
58. Алан Макдиармид, 66
59. Хидэки Сиракава, 66

60. О. В. Лосев, 65
61. Ник Холоньяк, 67
62. Л. С. Термен, 69
63. UNIPRINTER, 71
64. Е. Е. Горин, 75
65. Честер Карлсон, 75
66. Джованни Казелли, 76
67. Артур Корн, 77
68. Фудзио Масуока, 78
69. Макс Бенс, 81
70. Георг Нис, 82
71. Джей Форрестер, 83
72. Патрик Ханратти, 84
73. Исаак Шёнберг, 85
74. В. Н. Малозёмов, 87
75. Н. Н. Константинов, 88
76. Братья Джон и Джеймс Уитни, 89
77. Узоры Бена Лапоски, 90
78. Алан Китчинг, 92
79. Пример фрактала, 93
80. Бенуа Мандельброт, 92
81. Уильям Хайгинботам, 95
82. Стив Рассел и Мартин Грец за игрой «Война в космосе» («Spacewar»), 96
83. 7 «кирпичиков» тетрамино, 97
84. А. Л. Пажитнов, 98
85. Джон Уорнок, 99
86. Чарльз Гешке, 100
87. А. А. Степанов, 100
88. Тревор Пирси, 104
89. Мэстон Берд, 104
90. Яннис Ксенакис, 105
91. Б. М. Галеев, 106
92. А. Н. Скрыбин, 107
93. С. А. Губайдулина, 107

Учебное издание

В. П. Одинец

**ЗАРИСОВКИ
ПО ИСТОРИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК**

Учебное пособие (в трех частях)

Часть III

Редактирование и компьютерный макет *И. В. Шевелева*

Дизайн обложки *А. А. Ергакова*

Подписано в печать 15.11.12. Формат 60x84 ¹/16. Тираж 200 экз.

Печать ризографическая. Гарнитура Times New Roman.

Усл. печ. л. 5,7. Уч. изд. л. 3,5. Заказ № 81.

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 11.РЦ.09.953.П.001215.12.09 от 01.12.2009 г.

Редакционно-издательский отдел
Коми государственного педагогического института
167982, Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 25