

Web-квест «Создатели первых механических вычислительных устройств»

Пакшина Наталья Алексеевна
к. т. н., доцент кафедры прикладной математики,
Арзамасский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного
технического университета им. Р.Е. Алексеева,
ул. Калинина, д. 19, г. Арзамас, Нижегородская обл., 607220, (831)4773726
nataliapakshina@mail.ru

Емельянова Юлия Павловна
к. ф.-м. н., доцент кафедры прикладной математики,
Арзамасский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного
технического университета им. Р.Е. Алексеева,
ул. Калинина, д. 19, г. Арзамас, Нижегородская обл., 607220, (831)4773726
emelianovajulia@gmail.com

Правдина Марина Владимировна
к.п.н., доцент кафедры экономики и гуманитарных дисциплин
Арзамасский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного
технического университета им. Р.Е. Алексеева,
ул. Калинина, д. 19, г. Арзамас, Нижегородская обл., 607220, (831)4773726
prowman21225@mail.ru

Корчажкина Диана Александровна
студентка кафедры прикладной математики
Арзамасский политехнический институт (филиал) Нижегородского государственного
технического университета им. Р.Е. Алексеева,
ул. Калинина, д. 19, г. Арзамас, Нижегородская обл., 607220, (831)4773726
DianaK214@mail.ru

Аннотация

В статье даётся описание информационного контента, структуры и особенностей тематического образовательного Web-квеста по истории информатики. Представлен Web-квест, ориентированный на локальные электронные ресурсы, и посвященный деятельности таких ученых как Блез Паскаль, Готфрид Вильгельм Лейбниц и Пафнутий Львович Чебышев. Обсуждается отличие авторских веб-квестов от традиционных: наличие тестирующей системы, организация психологической поддержки за счет добавления дружелюбных комментариев. Авторы показывают, что использование Web-квест-технологии, позволяет развивать у студентов многочисленные общекультурные и профессиональные компетенции. The article describes the information content, structure and features of the thematic educational Web-quest on the history of Computer Science. This Web-quest is focused on local electronic resources, and deals with the activities of such scientists as Blaise Pascal, Gottfried Wilhelm Leibniz and Pafnutiy Chebyshev. The article underlines difference between traditional Web quests and the author's ones which are characterized by the testing system, psychological support which is provided by adding friendly comments. The authors show that the use of Web-quest technology allows students to develop numerous cultural and professional competencies.

Ключевые слова

Web-квест, история вычислительной техники, групповой метод, мотивация, тестирование

Web-quest, history of computer technology, group method, motivation, testing

Введение

История вычислительной техники содержит много интересных страниц, которые могут способствовать усилению внутренней мотивации студентов. Если современные компьютеры – плод работы больших коллективов специалистов каких-то организаций или даже усилий нескольких фирм, то первые механические вычислительные устройства были созданы отдельными учеными.

В данной статье рассмотрим биографии и деятельность трех разработчиков механических вычислительных устройств: Блеза Паскаля, Готфрида Вильгельма Лейбница и Пафнутия Львовича Чебышева. Все трое являются выдающимися учеными одновременно в разных областях знаний и людьми весьма незаурядными. Во многом благодаря этому изучение их биографий и достижений является интересным для восприятия. Рискую повторить общеизвестные факты, напомним вкратце, чем же прославились эти ученые-изобретатели.

Блез Паскаль (1623–1662) – великий французский ученый. В 1642 году в возрасте 19 лет начал работать над созданием суммирующей машины. Она предназначалась для его отца, который был налоговым инспектором. Это устройство позволяло суммировать десятичные числа и представляло собой компактный ящик с многочисленными шестеренками. Механический калькулятор Паскаля выпускался серийно, до настоящего времени сохранилось восемь экземпляров его машины или «паскалины», как ее иногда называли. Изобретенный Б. Паскалем принцип связанных колес явился основой для большинства вычислительных устройств, созданных в три последующие столетия. Своей разносторонней научной и изобретательской деятельностью Блез Паскаль показал, что можно быть и физиком, и математиком, и гуманитарием. Он занимался богословием, философией и создавать механизмы, которые облегчают людям жизнь. В качестве примеров приведем изобретенный им шприц, тачка с двумя ручками и одним колесом.

Готфрид Вильгельм Лейбниц (1646–1716) – немецкий ученый, прославившийся созданием дифференциального исчисления. В 1673 году изобрел первую версию вычислительного устройства, которое выполняло все четыре арифметических действия (сложение, вычитание, умножение и деление) и по праву могло называться арифмометром. Толчком к этой разработке явилось знакомство с астрономом Христианом Гюйгенсом, которому приходилось выполнять невероятно большое количество астрономических расчетов. Лейбниц совершенствовал свой «ступенчатый вычислитель» на протяжении двадцати лет. Следует отметить, что именно машина Г.В. Лейбница явилась прототипом арифмометров, использовавшихся с 1820 года до 60-х годов прошлого века. Кроме этого, для изучающих информатику немаловажно узнать, что именно Лейбниц явился одним из основоположников двоичной системы счисления, т.е. представления информации с помощью 0 и 1 [1, с. 19, 38]. Он предложил свой подход в конце XVII столетия!

Пафнутий Львович Чебышев (1821–1894) – выдающийся российский математик и механик, основоположник петербургской математической школы, академик Петербургской академии наук. Получил фундаментальные результаты в теории чисел, теории вероятностей и мн. др. Кроме этого, Чебышёву принадлежит создание свыше 40 различных механизмов и около 80 их модификаций, среди которых «стопоходящая машина», имитировавшая движение животного при ходьбе, модель

инвалидной коляски – самокатное кресло и счетная машина. Им было создано два варианта суммирующей машина. Строго говоря, арифмометром можно было назвать только вторую, которая обладала множителем-делительной приставкой. Вторую модель он передал в Парижский музей искусств и ремесел.

К сожалению, суммирующую машину Чебышева, так же, как в свое время, машину Паскаля и арифмометр Лейбница не использовали для практических целей [1, с. 47]. Но, несомненно, что все трое ученых были новаторами и их идеи оказали значительное влияние на созданные позже механические вычислительные устройства. Для изучения материалов, связанных с этими выдающимися людьми был разработан Web-квест.

Web-квесты: традиции и инновации

Web-квест (webquest) – неоднозначное понятие. С одной стороны Web-квестом называют технологию проведения аудиторных занятий, с частичным или полным использованием ресурсов Всемирной Паутины. С другой стороны название Web-квест переносится и на сам сайт, который используется педагогами и студентами при выполнении той или иной учебной задачи на своих занятиях [2].

Web-квест в педагогике – проблемное задание с элементами ролевой игры, для выполнения которого используются информационные ресурсы Интернета.

Разработчиками Web-квеста как учебного задания являются Берни Додж (Bernie Dodge) и Том Мэрч (Tom March) [3]. Впервые подобные занятия начал проводить Бернард Додж на курсах для учителей в университете Сан Диего в 1995.

Такая технология предполагает разделение обучающихся на небольшие команды, каждая из которых получает задание не только ознакомиться с материалом по какой-то тематике, но, в конечном счете, разработать иллюстративный материал для изучения этой темы [4]. Результаты выполнения Web-квеста, могут быть представлены в виде устного выступления, эссе, веб-страницы и т.п.

Эта модель была подхвачена энтузиастами, очень быстро стала популярной и распространилась по всему миру [5].

Среди российских авторов самые первые публикации на тему использования Web-квестовой технологии и разработки квестов стали выходить, начиная с 1999 года, и до 2007 года носили единичный характер [6-11].

Несколько позже появились серьезные исследования, оформленные как диссертации. В связи с этим отметим работы О.В. Львовой (2007), А.И. Багузиной (2012) и С.В. Напалкова (2013) [12-14].

В последнее десятилетие разработкой, внедрением и популяризацией Web-квестовой технологии занимаются многие преподаватели. В связи с этим хотелось бы отметить, что лидерами развития данного направления являются представители Арзамасского филиала ННГУ им. Н.И. Лобачевского С.В. Напалков и С.В. Миронова [15-18].

Предлагаемое в данной работе средство обучения ориентировано на использование локальных ресурсов. Почему мы отошли от традиционного порядка работы по Web-квестовой технологии, предложенной Б. Доджем и Т. Марчем, и базирующейся на интернет-ресурсах? Выбранный авторами подход позволяет познакомить студентов с вполне конкретной информацией и, в конечном счете, проверить полученные знания путем тестирования. Кроме того, процесс обучения становится полностью управляемым и обозримым [19, с. 314].

Схематично порядок работы по Web-квестовой технологии отображен на рис. 1

Web-квестовая технология предполагает использование группового проектного метода обучения. В нашем случае студенты работают в рамках краткосрочного мини-проекта.



Рис. 1. Основные этапы прохождения Web-квеста

Данный Web-квест несколько отличается от подобных продуктов, разрабатываемых на кафедре прикладной математики АПИ НГТУ тем, что каждому студенту в процессе работы над созданием презентаций в Ms PowerPoint предстоитзнакомиться с биографиями и достижениями всех этих трех выдающихся людей, а не одного из них. Зачем авторы решили пойти на это усложнение задания?

Дело в том, что приходящим в ту или иную организацию молодым специалистом очень редко сразу поручают создание совершенно новых систем (программ, устройств, проектов). Чаще они начинают свою деятельность с доработки и совершенствования уже существующих продуктов. Другими словами, им нужно подготовиться не только к самостоятельности и творчеству, но и адекватному восприятию чужих идей и наработок и главное уметь работать в коллективе (общаться с коллегами, проявлять взаимную поддержку). С целью развития у студентов этой профессиональной толерантности и была выбрана такая технология проведения занятия.

Представитель каждой команды будет делать доклад по одному из ученых, а части презентаций для сопровождения доклада – результат работы всех участников квеста.

Особенности прохождения квеста «Создатели первых механических вычислительных устройств»

Расскажем более подробно об отдельных этапах работы с Web-квестом:

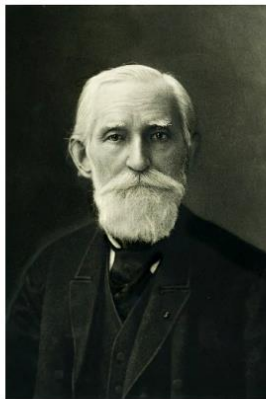
- Оглашение темы «Деятельность Б. Паскаля, Г.В. Лейбница и П.Л. Чебышева»;

- Изучение материала по электронному мини-пособию, в котором жизнь и достижения каждой персоны представлены в хронологической последовательности (рис.2);

Web-квест «Создатели первых механических вычислительных устройств»	Главная	Задание	Информация об ученых	Тест	Использованные материалы
--	---------	---------	-------------------------	------	-----------------------------

Пафнутий Львович Чебышев

Выдающийся математик и механик П. Л. Чебышев родился 16 мая 1821 года в с. Окатова ныне Калужской области в семье богатого землевладельца, представителя старинного русского дворянского рода Чебышевых Льва Павловича Чебышева – участника Отечественной войны 1812 года и взятия Парижа в 1814 году. Получив домашнее образование, летом 1837 года 16-летний Чебышев начинает изучение математики в Московском университете на втором физико-математическом отделении философского факультета. В 1841 году Пафнутий Чебышев окончил Московский университет.



Чебышев Пафнутий Львович (1821-1894)

В 1846 году П. Л. Чебышёв успешно защитил магистерскую диссертацию «Опыт элементарного анализа теории вероятностей». В 1847 году был утверждён в звании доцента и начал читать лекции по алгебре и теории чисел в Петербургском университете. В 1849 году он защитил докторскую диссертацию «Теория сравнений», после чего в 1850 году стал профессором Петербургского университета.

В своей первой зарубежной поездке (1852г.) во Францию и Великобританию Чебышев с большим интересом изучал работу различных механизмов и машин. Наряду с паровыми машинами и гидравлическими колесами его внимание привлекла арифметическая машина Паскаля. Непосредственный интерес Чебышева к проблемам вычислительной техники был стимулирован сообщением академика В. Я. Буняковского об изобретении им самосчетов. Существенные конструктивные недостатки счётных машины с прерывным (или дискретным) изменением цифр, побудили Чебышева приступить к созданию арифмометра непрерывного действия.

Чебышевым было изготовлено две модели арифмометра, выполняющего сложение и вычитание. Первая хранится в Музее истории Санкт-Петербурга, вторая, доработанная, хранится в Парижский музее искусств и ремесел. Ко второй модели уже после её создания Чебышев конструирует дополнительный механизм, позволяющий выполнять умножение и деление.

Самый первый аппарат, созданный Чебышевым, нельзя отнести к арифмометрам. Это была просто суммирующая 10-разрядная машина. В типичных механических вычислительных машинах с дискретной передачей колесо высшего разряда продвигается сразу на одно деление, в то время как колесо низшего разряда переходит с 9 на 0. Непрерывная передача десятков была достигнута благодаря применению планетарной передачи. При движении любого барабана на одно деление цифровой круг этого же разряда поворачивается на единицу. При этом все более правые цифровые круги остаются на месте. Цифровой круг разряда, расположенного левее поворачиваемого, смещается на $1/10$, следующий слева круг – на $1/100$ и так далее. Но были и свои минусы: операции вычитания на нем проводить было неудобно.



Рис. 2. Фрагмент Web-страницы о П.Л. Чебышеве

- Разделение на три команды;
- Работа в соответствии с заданием конкретного варианта представлена в таблице 1 и представляет собой создание слайдов презентаций и выступление перед участниками квеста.

Таблица 1.

Задания по созданию слайдов и подготовке сообщения

№	1 вариант	2 вариант	3 вариант
1	Разработать титульный слайд и 3 слайда о деятельности Б. Паскаля по созданию суммирующей машины	Разработать титульный слайд и 3 слайда о работе Г.В. Лейбница над арифмометром	Разработать титульный слайд и 3 слайда об истории разработки и особенностях арифмометра П.Л. Чебышева
2	Оформить 3 слайда с биографией Г.В. Лейбница	Оформить 3 слайда о жизни П.Л. Чебышева	Оформить 3 слайда о жизненном пути Б. Паскаля.
3	Создать 3 слайда об изобретениях П.Л. Чебышева и его деятельности как прикладного математика	Создать 3 слайда о вкладе Б. Паскаля в физику и философию	Создать 3 слайда о вкладе Г.В. Лейбница в математику и двоичную систему счисления
4	Подготовить сообщение о Блезе Паскале	Подготовить сообщение о Г.В. Лейбнице	Подготовить сообщение о П.Л. Чебышеве

5	Выступить перед группой с мини-докладом о Блезе Паскале	Выступить перед группой с мини-докладом о Г.В. Лейбнице	Выступить перед группой с мини-докладом о П.Л. Чебышеве
---	---	---	---

- Индивидуальное тестирование.

В заключении всем предстоит пройти компьютерное тестирование, что позволяет преподавателю получить оценку в виде количества правильных ответов от всех заданных и не только. Притом, что включение проверочного этапа является шагом, усиливающим не внутреннюю, а только внешнюю мотивацию, следует отметить – эта мера достаточно действенная.

Сознание того, что всех ждет тестирование, помогает участникам мобилизоваться и с должным вниманием дослушать до конца всех выступающих. [20, с. 219]. Помимо этого, акт проверки усвоения новой информации позволяет добавить в учебный процесс соревновательный элемент.

Тестирующая программа осуществляет случайную выборку 10 вопросов из 30, тем самым позволяя достичь большей объективности оценки и почти исключить возможность списывания. Примеры вопросов теста представлены на рис. 3.

Кроме того, в алгоритм системы тестирования, помимо отображения окончательного результата, добавлен вывод подбадривающего комментария. Это позволяет организовать дружественный диалог между пользователем и обучающей системой. Преподаватель в этом случае влияет на ход диалога студента и программы не напрямую, а опосредовано, заложив в сценарий системы определенные варианты реакции системы на ту или иную ситуацию [21].

Web-квест «Создатели первых механических вычислительных устройств»	Главная	Задание	Информация об ученых	Тест	Использованные материалы
9. В какой стране был сконструирован первый арифмометр? Германии Франции России					
5. Кто ввел символ для обозначения интеграла? П.Л. Чебышев Б. Паскаль Г.В. Лейбниц					

Рис. 3. Примеры тестовых вопросов.

Сама идея использования высказываний известных людей позаимствована авторами у Рэнди Пауша. Он – американский профессор университета Карнеги-Меллона, который успешно употреблял афоризмы в своей педагогической деятельности. Р. Пауш всячески призывал преподавателей не «бояться афоризмов», считал что «крылатые фразы вдохновляют» [22, 23].

Причем, в разных случаях в представляемом квесте, выводятся разные высказывания. Например, при плохих ответах появляется французская пословица «Только тот, кто ничего не делает, не делает ошибок», при незначительных

промахах на экране будут слова известного писателя Пауло Коэльо «*Именно ошибка пустила весь мир в ход. Никогда не бойтесь ошибаться.*» (рис. 4).

10. Где родился Б. Паскаль?

Артуа
Клермон
Иль-де-Франс

Правильных ответов: 8

Именно ошибка пустила весь мир в ход. Никогда не бойтесь ошибаться. (Пауло Коэльо)

10. Математический трактат Б. Паскаля назывался

Тетрабиблос
О характере делимости целых чисел
О создании арифметической машины

Правильных ответов: 5

Только тот, кто ничего не делает, не делает ошибок (Французская пословица)

Рис. 4. Примеры реакции системы на различный результат тестирования

В случае, если студент правильно ответил на все вопросы, он увидит «*Отлично, так держать!*». Система в любом случае сопереживает, иногда хвалит и радуется, а иногда подбадривает и утешает. Это, безусловно, способствует укреплению у студентов веры в свои силы.

При создании данного средства обучения был использован язык разметки гипертекстовых документов HTML, для оформления страниц задействованы таблицы каскадных стилей CSS, при разработке тестирующей программы JavaScript. Система достаточно компактна и занимает всего 10,5 Мбайт и включает 23 графических изображения. В качестве источника информации преимущественно были использованы материалы монографии и пособия следующих авторов: Р.С. Гутера и Ю.Л. Полунова, Л.Е. Майстрова и О.Л. Петренко, Н.А. Пакшиной [24-26, 1].

Выводы и рекомендации

Продукт был разработан с целью повышения интереса у студентов к изучению информатики и предназначен для проведения аудиторного занятия со студентами первого курса, в рамках практических или лабораторных занятий. Он может быть рекомендован также и для использования в колледжах и старших классах школы. Для работы с данным средством обучения достаточно 1,5 часов (одной пары) учебного времени. Опытная эксплуатация показала, занятия с использованием данного квеста, наиболее продуктивно проходят в небольших группах студентов от 9 до 15 человек. Участники квеста на заключительном проверочном этапе позитивно воспринимают дружественную реакцию системы на «промахи» тестируемых.

Подход не является универсальным, он может быть рекомендован для тем обзорного характера, когда не требуется строго следовать определенной последовательности изучения материала. При этом Web-квесты незаменимы при

изучении биографических справок об ученых и изобретателях, стоявших у истоков различных дисциплин.

Работа в таком формате позволяет студентам не только знакомиться с новым материалом и расширять свой кругозор, но и развивать многочисленные общекультурные и профессиональные компетенции [4]:

- опыт командной работы (планирование, распределение функций, взаимопомощь, способность организовать работу малых групп исполнителей);
- способность оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы;
- навык публичных выступлений, который развивает способность логически верно, аргументировано и ясно строить устную речь, т.е. овладевать основами речевой профессиональной культуры;
- умение использовать информационные технологии для решения профессиональных задач.

Литература

1. Пакшина Н.А. История информатики и вычислительной техники: учеб. пособие / Н.А. Пакшина – Нижний Новгород: НГТУ, 2006. – 122 с.
2. Пакшина Н.А. Web-квестовая технология и ее использование в учебном процессе // Навигация и управление движением: материалы докладов XIV конференции молодых ученых. Научный редактор: О.А. Степанов, под общей редакцией В.Г. Пешехонова. 2012. – С. 37–43.
3. Web-квесты // Ресурсный центр «Информационные технологии в обучении языку», URL: <http://www.itlt.edu.nstu.ru/webquest.php> (дата обращения: 27.09.2019)
4. Пакшина Н.А. Web-квесты: опыт разработки и внедрения в учебный процесс: монография / Н.А. Пакшина – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013. – 92 с.
5. Материалы сайта Webquest.org. URL: <http://webquest.org/index-create.php> (дата обращения: 12.09.2019).
6. Быховский Я. С. Образовательные веб-квесты // Материалы международной конференции "Информационные технологии в образовании. ИТО-99". URL: <http://ito.bitpro.ru/1999> (дата обращения: 20.09.2019).
7. Pakshina N.A. The Problem Of Creating The Web-quest "History Of Automatic Control Theory" // Proceedings of the IFAC Workshop IBCE'04 Internet Based Control Education / September 5-7, 2004. Grenoble - France (CD ROM).
8. Пакшина Н.А., Лабзина Н.В., Проклашкина Е.В. Web-квест «Основоположники линейных матричных неравенств» // Успехи современного естествознания. 2005. № 1. – С. 105–106.
9. Pakshina N.A. Web-quest "Control theory in persons": nowadays and future // IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline) 16th Triennial World Congress of International Federation of Automatic Control, IFAC 2005. 2005. – С. 194–199.
10. Pakshin P.V., Pakshina N.A. The experience of creating Web-quest on history of control // IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline) 7th IFAC Symposium on Advances in Control Education, ACE 2006. Madrid, 2006. – С. 371-376.
11. Романцова Ю.В. Веб-квест как способ активизации учебной деятельности учащихся // Сайт фестиваля-конференции педагогических идей «Открытый урок», статья 2007, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://festival.1september.ru/articles/513088/> (дата обращения: 20.08.2019)
12. Львова О.В. Использование информационно-коммуникативных технологий при организации проектной деятельности (при обучении иностранным языкам в

- средней школе): дис. ... на соискание ученой степени канд. пед наук / О.В. Львова. – М., 2007.
13. Багузина А.И. Веб-квест технология как дидактическое средство формирования иноязычной коммуникативной компетентности (на примере студентов неязыкового ВУЗа): дис. ... на соискание ученой степени канд. пед наук / А.И. Багузина. – М., 2012.
 14. Напалков С.В. Тематические образовательные WEB-квесты как средство развития познавательной самостоятельности учащихся при обучении алгебре в основной школе: диссертация ... кандидата педагогических наук : 13.00.02 / С.В. Напалков Сергей.– Саранск, 2013.
 15. Напалков С.В. О реализации проекта «Конструктор образовательных Web-квестов» // Web-технологии в образовательном пространстве: проблемы, подходы, перспективы сборник статей участников Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией С.В. Арюткиной, С.В. Напалкова. 2015. – С. 107–110.
 16. Миронова С.В., Напалков С.В. О дидактической структуре тематических образовательных Web-квестов // Современные образовательные Web-технологии в системе школьной и профессиональной подготовки: сборник статей участников Международной научно-практической конференции. Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Арзамасский филиал. 2017. – С. 184–191.
 17. Напалков С.В. Об игровых и исследовательских заданиях тематического образовательного Web-квеста развивающего назначения // Развивающий потенциал образовательных Web-технологий: сборник статей участников Международной научно-практической конференции. Научный редактор С.В. Миронова. Ответственный редактор С.В. Напалков. 2018.– С. 104–111.
 18. Миронова С.В., Напалков С.В., Нестерова Л.Ю. О развивающих возможностях образовательных Web-квестов // Развивающий потенциал образовательных Web-технологий: сборник статей участников Международной научно-практической конференции. Научный редактор С.В. Миронова. Ответственный редактор С.В. Напалков. 2018. – С. 96–99.
 19. Pakshina N.A, Emelianova J.P., Pravdina M.V. and Pakshin P.V. Modification of Traditional WebQuests with Applications to the Study of the Control History. // IFAC-PapersOnLine, 2015, 48-29, PP. 313-318.
 20. Пакшина Н.А., Правдина М.В. Один из подходов к модификации традиционных Web-квестов // Казанская наука. №7, 2013. – С. 218–221.
 21. Pakshina N.A., Pravdina M.V. and Krivonogova M.A. (2012) Creating user-friendly dialogue in systems of virtual training // IFAC Proceedings Volumes, Vol. 9. In Proc. of 9th IFAC Symposium on Advances in Control Education, ACE 2012, PP. 241–245.
 22. Пакшина Н.А. Потенциал веб-квестовой технологии при изучении тем обзорного характера // Информатика и образование, 2013. № 4 (243). С. 52–55.
 23. Пауш Р. Последняя лекция / Р. Пауш, Д. Заслоу; [пер. с англ. Т.О. Новиковой]. Психология. Зарубежный бестселлер – Эксмо, 2008 URL: <http://www.livelib.ru/author/229142/quotes> (дата обращения: 27.09.2019).
 24. История информатики и кибернетики в Санкт-Петербурге (Ленинграде). Выпуск 3. //Под общ. ред. чл.-кор. РАН Р.М. Юсупова. Составитель М.А. Вус. Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН. – СПб.: Наука, изд-во ООО «Анатолия», 2012 – 216 с.
 25. Гутер Р.С., Полунов Ю.Л. От абака до компьютера. – Москва: Знание, 1981.
 26. Майстров Л.Е., Петренко О. Л. Приборы и инструменты исторического значения: вычислительные машины. – М.: Наука, 1981.