

УДК 57.084

Д.Н. ЩЕРБИНА, Е.К. АЙДАРКИН

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ НАВЫКОВ КОМПЬЮТЕРНОГО НАБОРА ТЕКСТА

Для проверки чувствительности различных параметров эффективности компьютерного набора текста для объективной оценки развития навыков общекультурных и профессиональных компетенций обучающегося проводилось тестирование с набором отрывков текстов на русском и английском языках сходной тематики. Динамика эффективности набора отдельных слов в ходе занятий зависела от частоты встречаемости в тексте, от частоты употребления в повседневной речи, от удобства расположения клавиши для набора символов в этих словах и других факторов. На основании полученных данных предложены рекомендации по подбору показателей для оценки текущего уровня развития компетенций учащихся.

Ключевые слова: набор текста, навык, компетенции, эффективность деятельности.

D.N. SHERBINA, E.K. AIDARKIN

DEVELOPMENT OF METHODS TO ASSESS SKILL LEVELS RELATED TO COMPUTER TYPING FOR THE CONTROL OF THE PROFESSIONAL COMPETENCE LEVEL IN ACCORDANCE WITH THE NEW EDUCATIONAL STANDARDS

The sensitivity of different parameters of typing performance was tested to objectively assess students' common cultural and professional competence development rate. Subjects were regularly engaged with typing of fragments of texts in Russian and English on similar subjects. Dynamics of individual word typing performance during the course depended on the frequency of its occurrence in the text fragments, the frequency of its use in everyday speech, the arrangement of keyboard keys to type symbols in it and other factors. Recommendations on the selection of indicators to assess the current competence level of students are given.

Keywords: typing, skill, competence, efficiency.

Введение

Современный образовательный процесс в соответствии с ФГОСами третьего поколения требует создания методов и средств объективного количественного контроля степени сформированности навыков и профессиональных компетенций у обучающихся. Современные образовательные технологии, в частности, технологии, обеспечивающие самостоятельную работу студентов, как правило, основаны на информационных и компьютерных технологиях, для которых центральным механизмом является ввод текстовой и цифровой информации для решения тестовых задач. С одной стороны, уровень развития навыка ввода информации с помощью клавиатуры на различных языках является важным показателем сформированности профессиональных компетенций, связанных с использованием современных и компьютерных технологий

(ПК-6, ПК-12, ПК-13) и могут быть оценены в количественных показателях. С другой стороны, при анализе данного навыка можно оценить степень грамотности, скорость чтения, степень освоения базовых категорий и терминов и т. д., что может быть важным количественным показателем сформированности как профессиональных, так и общекультурных компетенций (например, ОК-3). И, наконец, оценка правильности ввода информации при решении конкретных профессиональных задач, уровня психофизиологического напряжения и т. д. может служить дополнительным параметром для оценки остальных профессиональных компетенций.

Компьютерный набор текста является сложной многокомпонентной деятельностью, в основе которой находится мыслительная обработка вербальной информации. Несмотря на явную вербальную природу данной деятельности основные проблемы при выработке навыков набора текста у учащихся возникают с формирова-

нием автоматизированных моторных стереотипов нажатий пальцами на отдельные клавиши. Так, основной трудностью овладения деятельностью буквопечатания слепым десятипальцевым методом является трудность ориентировки пальцев относительно клавиш [2]. На моторных аспектах сосредоточены и традиционные методики обучения, применяемые на курсах машинописи и стенографии, работников секретарских служб [3].

С другой стороны в области обучения технике машинописи существует тенденция недооценки собственно вербальной составляющей деятельности по набору текста. Обучение строится так, чтобы выработанные навыки позволяли учащемуся быстро и качественно набирать даже бессмысленные последовательности знаков. Возможно, это оправдано с точки зрения универсальности навыка (например, для набора текстов на неизвестном языке), а также в некоторых узкоспециализированных случаях (например, при передаче шифрограммы или длинных числовых последовательностей). Однако для большинства студентов вузов более вероятным представляется использование навыков набора текста при работе с осмысленными текстами, избыточными специальными терминами, в рамках своей профессиональной деятельности.

В структуре деятельности можно выделить три компонента: (1) восприятие текста, предъявляемого в виде задания для набора, (2) работа по разбиению текста на отдельные слова и символы (spelling), (3) организация двигательных последовательностей для формирования текста в памяти компьютера, которая также может включать в себя проверку правильности набранного текста.

Однако информация, передающаяся через учащегося, не является однородной. Слова, из которых состоит текстовая последовательность можно классифицировать по нескольким категориям: длина слова; простота зрительного восприятия, зависящая от сочетания последовательно идущих символов; простота разбиения на символы (зависит от длины слова); эмоциональная нагрузка слова и т. д.

Паттерны распределения характеристик набора слов по всем категориям будут значительно перекрываться у большинства представителей одной возрастной группы, говорящих на

одном языке и будет соответствовать некоей возрастной общекультурной норме. При этом у студентов, специализирующихся в разных областях, важным различием будет частота употребления специфических терминов, связанных с их специализацией. При этом часто употребляемые слова (словарные слова) должны вводиться в компьютер более эффективно, чем редко употребляемые, составляя каркас активного словаря студента.

Под словаризацией понимается процесс перехода слова из категории нейтральных в словарные за счет более частого употребления их в динамике образовательного процесса. Иными словами для каждого из часто употребляемых слов в рамках общего навыка по набору текста формируется специальный субнавык по набору данного конкретного слова. В памяти учащегося формируется готовая последовательность символов для данного термина, которую не нужно будет всякий раз создавать заново на основании фонологического анализа и применения правил орфографии. И, наконец, ввод на клавиатуре данного слова также будет быстрее и безошибочнее, поскольку для данной последовательности символов сформируется готовая моторная программа.

В связи с этим целью данной работы было смоделировать элементы образовательного процесса и проверить чувствительность различных параметров эффективности компьютерного набора текста для объективной оценки развития навыков общекультурных и профессиональных компетенций обучающегося.

Методика

Для исследования параметров формирования навыков были выбраны двое студентов с различным уровнем развития навыка. Участники набирали тексты на русском и английском языках. Отрывки текста состояли из 10 предложений от 100 до 210 символов, в среднем 141 символ. Каждое занятие испытуемые набирали по 3 отрывка текста на русском языке или 1 отрывок – на английском. Темы всех отрывков текста были посвящены кофеину. Предполагалось, что это довольно редко употребляемое слово подвергнется словаризации, поскольку каждое занятие приходилось набирать это слово 29 раз на

русском языке и 8 раз на английском. На английском языке набирался 1 отрывок в день.

Проведение тестирования проходило в звукоизолированной комнате. Тестируемый располагался за столом, на котором был установлен стационарный компьютер со стандартной 101-кнопочной клавиатурой. Перед тестированием он ознакомился с инструкцией – набирать текст в соответствии с предложенным образцом и подтверждать окончание набора нажатием на клавишу «Enter».

Интерфейс пользователя был разделен на две панели – верхнюю и нижнюю. Подпрограмма формирования интерфейса пользователя интегрировала текст текущего задания для набора текста в верхнюю панель. Нижняя панель представляла собой область ввода многострочного текста. Для просмотра текущего задания требовалось нажатие на кнопку «~» слева от верхнего ряда цифровых клавиш. При вводе символов текст задания становился невидимым, что позволяло разграничить во времени стадии чтения и набора текста. Такая схема тестирования давала существенные преимущества для оценки времени, затраченного на отдельные операции [1].

Программный модуль регистрации действий пользователя обеспечивал запись всех нажатий на клавиши стандартной клавиатуры с соответствующими временными метками с точностью 1 мс. Слова выделялись как последовательности нажатий на буквенно-цифровые клавиши, ограниченные нажатиями на клавишу «Пробел» или клавиш перемещения по тексту, если перемещение выходило за пределы слова.

Для статистики изменения скорости набора слов рассчитывалась скорость набора отдельных слов как отношение количества набранных символов к временному интервалу, ограниченному моментами начала нажатия на первую клавишу и моментами отжатия на последнюю клавишу. Затем значения скорости набора однокоренных слов группировались и рассчитывалась вероятность гипотезы об изменении среднего от дня занятий с помощью однофакторного дисперсионного анализа. Эффект словаризации оценивался только на словах длиной более 4 знаков, чтобы исключить часто употребляемые предлоги и артикли.

Слова, в которых были допущены ошибки при наборе, исключались из анализа, кроме осо-

бо обозначаемых случаев. Ошибки классифицировались на три типа:

- скорректированные при наборе;
- пропущенные, скорректированные позднее при проверке;
- неисправленные, т. е. незамеченные при проверке текста.

Результаты

Динамика общей эффективности набора текста

Средняя скорость набора любых слов (длиной более 4 символов) за время занятий выросла от 2,0 до 2,4 симв/с у первого учащегося и от 2,6 до 3,0 симв/с у второго (рис. 1, сверху).

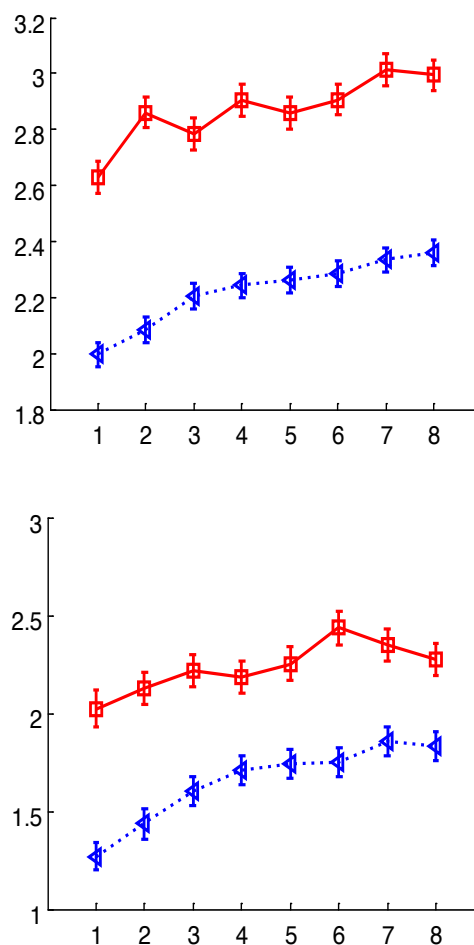


Рис. 1. Динамика средней скорости набора слов. Вверху – на русском языке, внизу – на иностранном языке. По оси абсцисс – номер занятия, по оси ординат – скорость набора, симв/с.

Пунктирная линия с треугольниками – участник-левша, сплошная линия с квадратами – правша

При наборе текста на английском языке скорость набора также выросла от 1,3 до 1,8 симв/с у первого учащегося ($p < 0,001$) и с 2,0 до 2,3 симв/с у второго ($p = 0,035$).

Необходимость включения просмотра задания специальной клавишей позволила выделить временные отрезки, потраченные на чтение и набор соответственно. В ходе обучения суммарное время чтения и набора снижалось (рис. 2). За восемь занятий время чтения снизилось вдвое, между тем как время, затрачиваемое на набор текста, практически не изменилось.

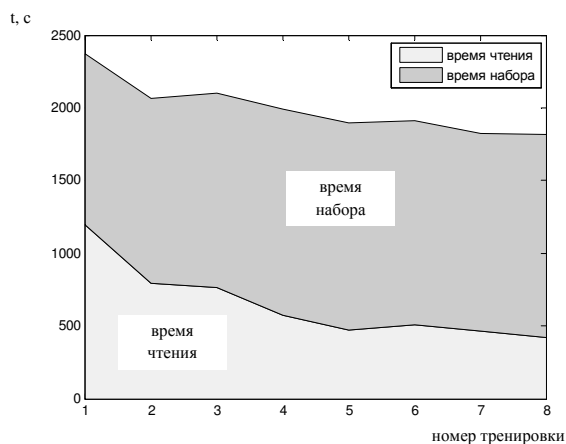


Рис. 2. Динамика суммарных затрат времени на стадии чтения и собственно набора для одного из тестируемых

Динамика скорости набора отдельных слов

Для оценки эффекта обучения при наборе отдельных слов были выбраны слова, встречающиеся в тексте с различной частотой.

Средняя скорость набора часто предъявляемого слова «кофеин» росла в ходе обучения у обоих учащихся. Однако у второго испытуемого из-за большого разброса рост получился недостоверным ($p = 0,29$), что указывает на неоднородность выборки (рис. 3).

Поскольку у первого испытуемого рост был очевиден ($p = 0,0002$), были рассмотрены рекордные значения взамен средних. Рекордные значения означают, что навык набирать данное слово с этой скоростью уже сформировался, но из-за воздействия дополнительных факторов (контекста) реализовать выработанный моторный стереотип не всегда представляется возможным. На рис. 4 показана динамика среднего трех лучших значений в рамках каждого дня. Для обоих испытуемых рост этих значений был достоверным ($p < 0,001$). Для сравнения (рис. 4 внизу) приведены аналогичные данные для слов с корнем «действ».

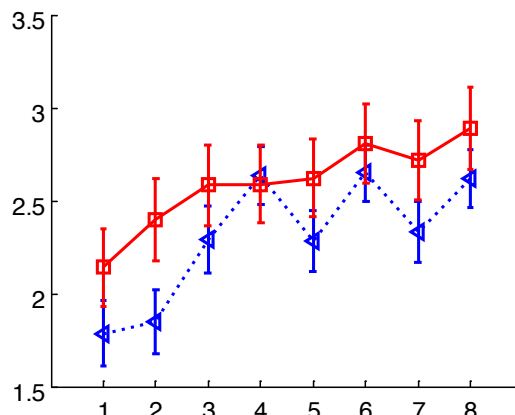


Рис. 3. Динамика средней скорости набора слов с корнем «кофеин» (обозначения – как на рис.1).

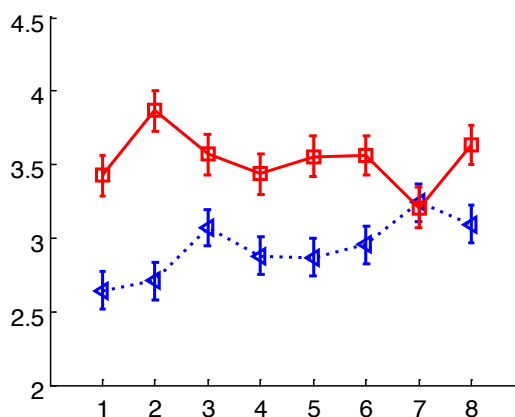
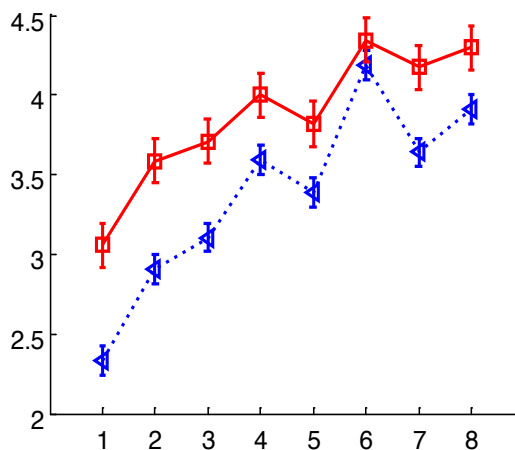


Рис. 4. Динамика лучших значений скорости набора слов с корнем «кофеин» и «действ»

Видно, что общая картина зависимости не отличается от той, что была получена на статистических показателях (рис. 3). Средняя скорость набора слов с корнем «действ» представ-

лена на рис. 5. Слова «действует», «действие» и т. п. рассматривались в качестве нейтральных слов. Слова с корнем «действ» набирались по 8 раз в день. У левши наблюдался рост на первых тренировках на уровне тенденции ($F(1,7) = 2,19$, $p = 0,047$), у правши же роста не наблюдалось ($p = 0,97$).

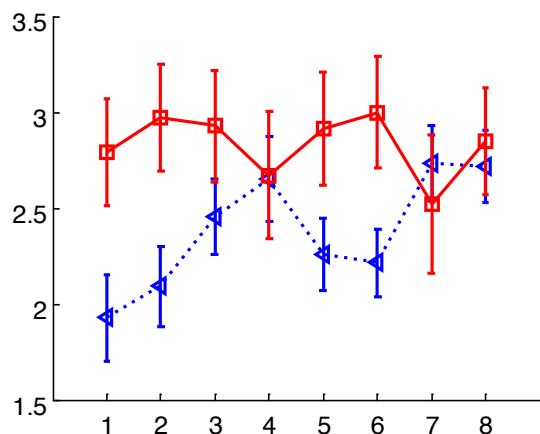


Рис. 5. Динамика средней скорости набора слов с корнем «действ». Обозначения – как на рис. 1

Для оценки динамики скорости исходно словарных слов были использованы рекордные значения для слов «может», «могут», «играет», «роль». Скорость набора этих слов не снижалась ниже 2,5 симв/с и доходила до 5 и 6 симв/с у обоих учащихся, соответственно (рис. 6).

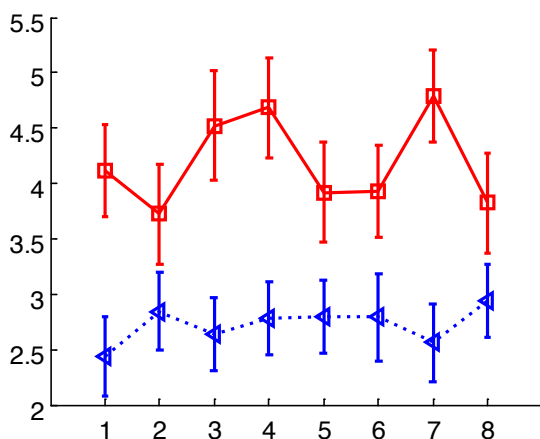


Рис. 6. Динамика средней скорости набора исходно словарных слов (обозначения – как на рис. 1)

Как примеры редких слов были отобраны слова, включающие редкую букву *цз*: «рецепторы», «рецепторов», «сердечная», «сердца». Эти слова встречались по 2 раза в день и являются

специальными терминами. Роста скорости их набора не наблюдалось (рис. 7).

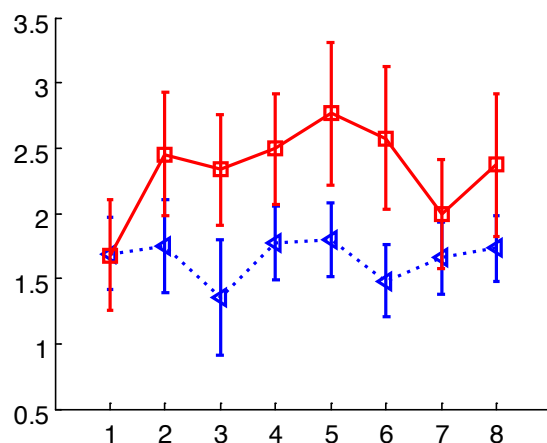


Рис. 7. Динамика средней скорости набора редких слов (обозначения – как на рис. 1)

Однако для очень редких терминов 'теофиллин', 'аденозин', 'теобромин', также встречающихся в тексте 2–3 раза каждый. Из обучающихся у испытуемого-правши наблюдался достоверный рост ($p < 0,001$) (рис. 8), у испытуемого-левши рост был недостоверный ($p = 0,369$).

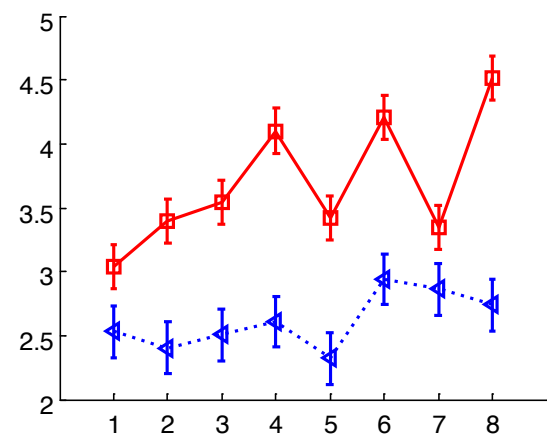


Рис. 8. Динамика средней скорости набора специальных терминов (обозначения – как на рис. 1)

Как примеры трудных для набора слов, которые оставались таковыми для наших испытуемых до последнего занятия, можно привести слова «диурез» и химическую формулу кофеина $C_7H_{12}N_4O$. Эти неудобные для набора слова вводились по 1 разу в день, и скорость их набора к концу занятий не превысила 1 симв/с (рис. 9).

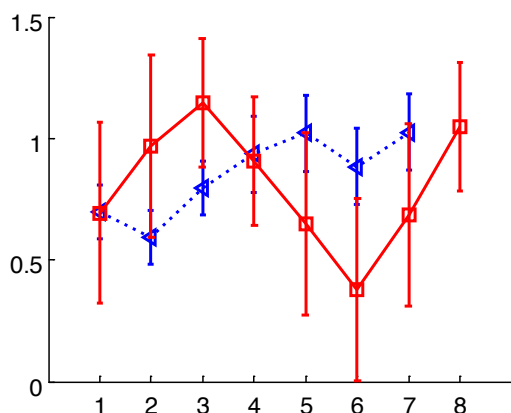


Рис. 9. Динамика средней скорости набора трудных для набора слов (обозначения – как на рис. 1)

Зависимость динамики скорости набора от разных факторов

При внимательном рассмотрении случаев с медленным набором слов выяснилось, что большинство их связано с ошибками, исправлениями, неоправданными паузами набора в середине слова, т. е. со сбоям в работе, вызванной какой-то внешней причиной.

Слова, набранные с максимально возможной для данного человека скоростью, представляют особый интерес как свидетельство максимального выражения навыка набора текста. На рис. 10 отображена динамика среднего значения пяти подобных рекордных значений за каждое занятие для слов длиной от 5 букв. И у первого испытуемого ($p=0,011$), и у второго ($p=0,043$) замечен рост рекордных значений. Примечательно, что слова, набранные с рекордной скоростью, практически не повторяются ни внутри, ни между занятиями, ни между двумя испытуемыми.

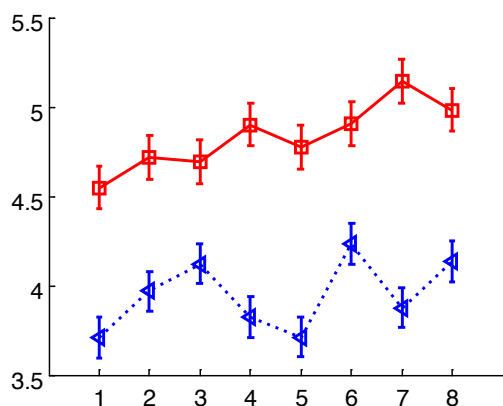


Рис. 10. Динамика среднего пяти рекордных значений скорости набора слов за каждое занятие (обозначения – как на рис. 1)

Для оценки степени заучивания текста оценивалось количество слов, запоминаемых оператором в ходе отдельных актов чтения, которые выделялись по относительно длительным паузам в наборе. Из рис. 11 видно, что рост количества запоминаемых слов резко различался для русского и иностранного языков. Если при чтении русского текста оба учащихся к последним занятиям прочитывали в среднем по 12–15 слов, т. е. фактически все предложение с одного раза, то при чтении английского текста аналогичного содержания объем запоминаемых вербальных фрагментов не превышал 2–4 слов.

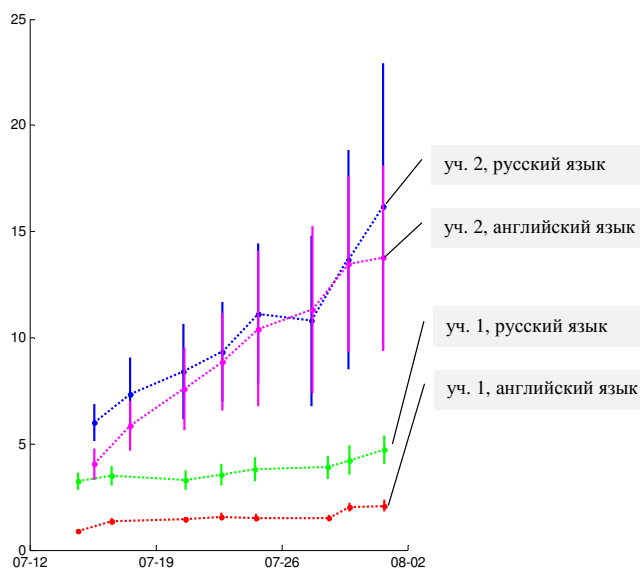


Рис. 11. Динамика объема оперативной памяти. По оси абсцисс – дата в формате ММ-ДД, по оси ординат – объем оперативной памяти, слов

Для оценки эффекта текущего функционального состояния (ТФС) была проанализирована вариация скорости набора слова «кофеин» и его падежных склонений от положения в тексте. Общий паттерн варьирования скорости набора сохранился от занятия к занятию. Однако выявить факторы каждого отклонения не представляется возможным. Подробное рассмотрение влияния положения слова в предложении выявило, что характерное низкое значение в середине набора было связано с набором слова «кофеин» в начале предложения. Встречаемость ошибок в этих словах также не подчинялась какой-либо закономерности.

Динамика набора на иностранном языке

Рост скорости набора слова «caffeine» был выражен слабее, чем при наборе на русском языке. У испытуемого-левши для трех лучших значений он был достоверным ($p=0,006$), у испытуемого-правши – изменялся скачком после 5-го занятия с ростом на уровне тенденции ($p=0,089$) (рис. 12).

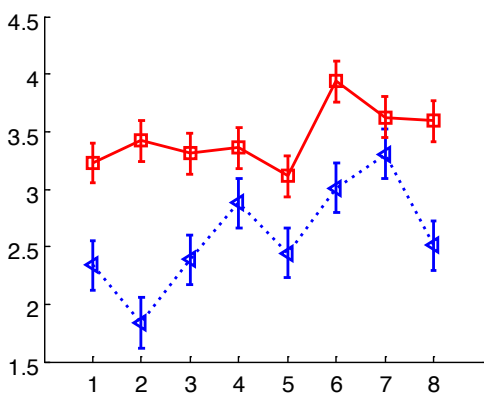


Рис. 12. Динамика лучших значений скорости набора слов «caffeine» (обозначения – как на рис. 1).

Эффекта словаризации для других слов замечено не было. Количество повторов для слов, набираемых на иностранном языке, не превышало трех в день. На рис. 13 представлена динамика скорости набора относительно простых для набора слов 'bitter', 'effect', 'lesser'. Сравнение скоростей набора этих слов со скоростью набора «caffeine» показывает, что слово «caffeine» также было относительно легким для набора.

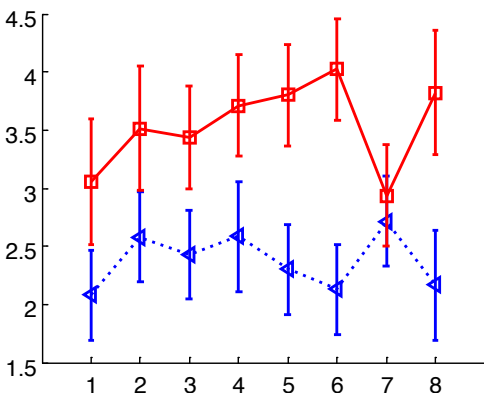


Рис. 13. Динамика скорости набора относительно простых для набора слов на английском языке (обозначения – как на рис.1)

Набор текста на английском языке характеризовался большим количеством ошибок. Для рас-

смотрения того, как влияет наличие ошибки в набираемом слове на скорость набора, были отобраны слова длиной более 4 символов и разделены на три категории: (1) набранные без ошибок, (2) набранные с ошибкой, скорректированной в ходе набора, (3) набранные с ошибкой, исправленной позднее или неисправленной (рис. 14).

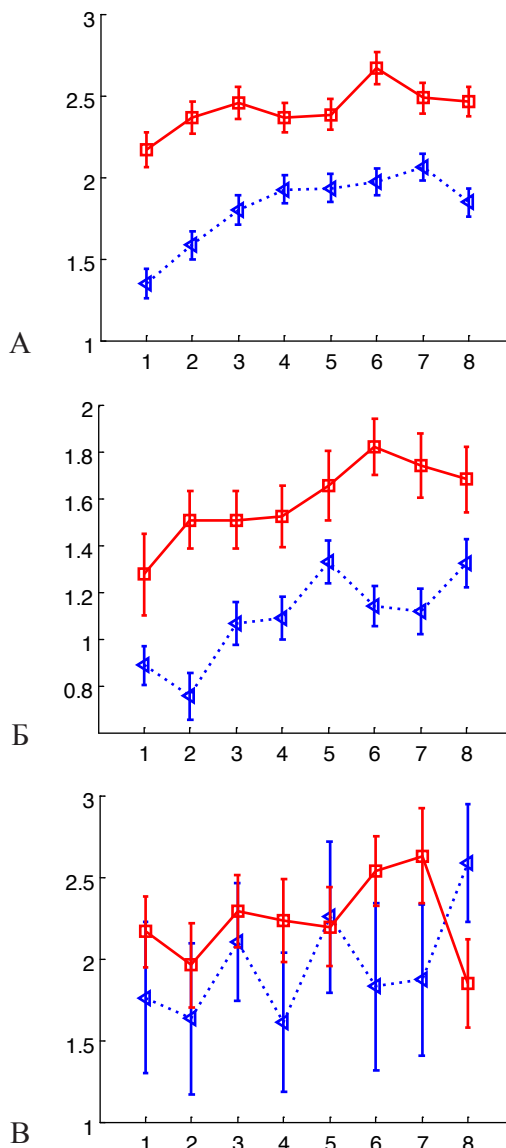


Рис. 14. Зависимость динамики скорости набора от типа ошибки (обозначения, как на рис.1): А – слова, набранные без ошибок, Б – слова, скорректированные в ходе набора, В – слова с пропущенной ошибкой – исправленной позднее или неисправленной

Видно, что средняя скорость слов, набранных без ошибок, или с пропущенными ошибками не отличалась. При этом скорость набора скорректированных слов была заметно меньше (почти

на 1 симв/с), причем динамика ее роста сохранялась.

Количество производимых ошибок за время обучения не снижалось (рис. 15). Более подробное рассмотрение доли ошибок по типам показало, что соотношение количества ошибок разных типов также остается неизменным. Более

половины приходится на сразу исправляемые ошибки, и более мелкие примерно равные доли (0,03–0,1) приходятся на пропущенные и незамеченные ошибки.

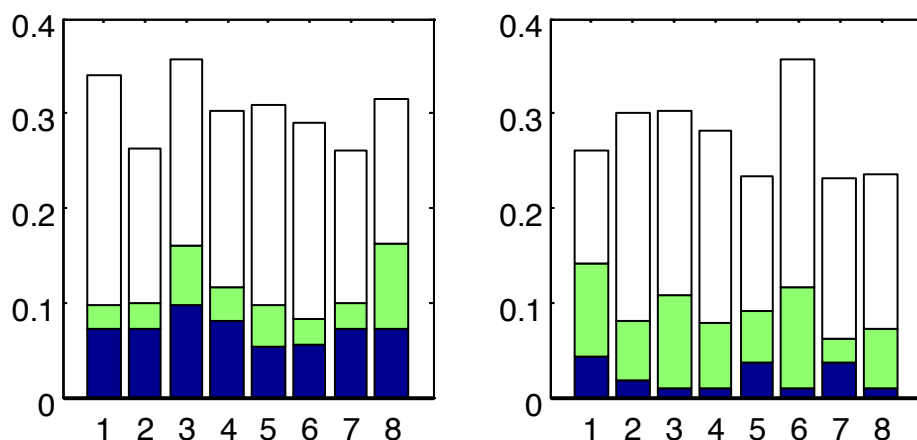


Рис. 15. Динамика доли слов, набранных на иностранном языке с ошибками. Слева – данные для 1-го испытуемого, справа – для 2-го. По оси абсцисс – номер занятия. По оси ординат отложена доля ошибочно набранных слов, столбцы разделены на три части – снизу вверх: неисправленные ошибки (темная заливка), пропущенные ошибки, исправленные позднее (светлая заливка), исправленные сразу (без заливки)

Обсуждение

Анализ результатов показал, что за время занятий произошло достоверное увеличение общей эффективности набора текста, как на русском, так и на английском языках. Это свидетельствует как о том, что навык набора текста у наших испытуемых не был значительно развит на момент начала занятий, так и о том, что он хорошо поддается тренировке при регулярном наборе однотипного текста.

Оба участника тестирования использовали зрительный контроль правильности выполнения нажатий при наборе текста. При условии, что задание также подавалось зрительным путем, они сталкивались с необходимостью перевода взгляда с экрана на клавиатуру и обратно. То есть стадии чтения и стадии набора были большей частью разделены во времени.

Анализ динамики суммарного времени, затраченного на чтение и собственно набор, показал, что время чтения сократилось значительно. Это объясняется тем, что в качестве заданий

использовался один и тот же текст. Однако объем текста был большим, что исключает возможность выучить его наизусть. Полученные результаты можно объяснить тем, что навык чтения развит хорошо, и время чтения изначально было завышенным из-за некоторого количества специальных терминов, сложных для восприятия. Однако в ходе занятий испытуемые выучили правильное написание этих сложных слов, и это позволило читать весь текст с оптимальной скоростью. Возможно, что за 8 занятий они могли запомнить и целые фразы, однако это предположение требует специальной проверки.

Анализ скорости набора слова «кофеин», часто встречающегося в набираемом тексте, показал достоверное ускорение набора, что соответствует критериям словаризации. Скорость набора слова «кофеин» у испытуемого-правши значительно варьировала от 0,5 до 5 симв/с в пределах одного занятия. С учетом того что все эти значения были получены при безошибочном наборе, вероятно, скорость набора зависела от контекста, от окружающих слов. Анализ только ре-

кордных значений скорости набора слова «кофеин» подтвердил это предположение. Оба испытуемых овладели навыком набора этого термина с рекордной скоростью не менее 4 симв/с. Однако из-за прочих факторов набор этого же слова в других случаях мог замедляться до 1–2 симв/с.

Слово «действие» можно рассматривать как контрольное по отношению к «кофеин». В нем также присутствует периферический символ и также требуются нажатия двумя руками. Однако ввиду малого количества повторений эффекта словаризации мы не наблюдали.

Наблюдаемое обучение у одного из учащихся в отношении слов 'теофиллин', 'аденозин', 'теобромин' можно объяснить, тем, что эти слова достаточно просты в написании, содержат не более 1 периферической буквы. И даже набора двух–трех слова в день оказалось достаточно для формирования начального навыка их набора. Причем надо отметить, что рекордные значения доходили до 3,5–4,5 симв/с. Для данной категории нужно отметить наиболее быстрое обучение у испытуемого-правши – от 3 до 5 симв/с за 15 повторений.

Наиболее быстро набираются слова, в которых последовательно идущие символы расположены в непосредственной близости на клавиатуре. Например, оба испытуемых с очень высокой скоростью набирали слово «роль», три первых буквы которого расположены подряд слева направо в среднем ряду, что позволяет легко позиционировать на них пальцы и набрать их одним волнообразным движением. По-видимому, уровень владения клавиатурой позволял нашим учащимся выполнить такое движение. Однако другие комбинации, встречающиеся в других словах, не были достаточно отработанными для регулярного быстрого ввода. На это указывает случайное попадание различных слов в список рекордов скорости. Просмотр этого перечня слов 'нервной', 'новых', 'нормальном', 'образование', 'оказывает', 'полости', 'приводит', 'растворим', 'собой', 'строению' не позволяет выявить какой-либо закономерности в последовательностях символов, способствующей более быстрому набору.

Рост скорости набора рекордных слов указывает на развитие чисто моторных поднавыков. Поскольку участники тестирования пользовались зрительным контролем при позициониро-

вании пальцев, то можно заключить, что у них существует неспецифический навык построения слитных последовательных нажатий, организуемых всякий раз заново. Такой механизм предполагает концептуальное объединение нескольких отдельных нажатий в более крупные моторные конструкции [6]. Механизм включает зрительный поиск нужных клавиш. Возможно, что консолидация нескольких планируемых нажатий в одно слитное провоцируется хранящимися в памяти стандартными последовательностями, сохраненными при многократных повторениях данной комбинации. Однако решение об использовании того или иного слитного движения принимается в результате вновь создаваемой зрительно-моторной интеграции. После этого остается лишь выполнить позиционирование первого пальца и запустить выбранную моторную программу на выполнение. Существование такого механизма подтверждается регулярно встречаемыми ошибками подмены стимулов, последовательность ввода которых соответствует правильной, но сдвинута относительно правильной на один ряд в одну сторону.

Это согласуется с данными американских авторов Gordon и Soechting [4], показавшими, что если детекции ошибки не происходит, то скорость набора не отличается от скорости правильного набора. Другими словами, запущенная на выполнение моторная последовательность уже не прерывается, если не происходит детекции ошибки на тактильном уровне.

Формирование программ выполнения требуемых последовательностей движений происходило на фоне выполнения предыдущих, что также может ограничивать возможности детекции ошибок **по обратной тактильной афферентации, поскольку** внимание загружено задачей планирования. Объем текста предотвращал заучивание содержания наизусть. Однако на каждой последующей тренировке знание общего хода содержания позволяло прогнозировать относительно сложные и легкие участки текста.

Таким образом, исходя из динамики скорости набора слова «кофеин» в процессе обучения мы можем выделить три главных фактора.

Первый – это словаризация. Использованного нами количества повторений оказалось достаточно, чтобы учащиеся выучили траекторию пе-

ремещения пальцев, необходимую для набора этого слова.

Второе – моторное совершенствование. Знание траектории помогает формированию моторной программы, которую затем необходимо выполнить. При выполнении задействуются механизмы тайминга нажатий, которые влияют как на эффективность, так и на качество набора, поскольку ошибки тайминга приведут к перестановке символов, набираемых разными руками. Точность контроля выполнения моторных программ является, по-видимому, независимым тренируемым навыком.

Третий – флуктуация ТФС. Занятия в разные дни приходились на различные функциональные состояния учащихся. Это неизбежно приводило к систематическому снижению или повышению показателей эффективности деятельности в этот день. На эти достаточно медленные колебания могли накладываться более быстрые фазовые изменения уровня внимания, следующие в ответ на детекцию ошибки.

Как показали наши результаты, момент возникновения ошибки не подчинялся какой-либо закономерности. Однако обнаружение ошибки и последующее прерывание набора текста на операции редактирования текста с целью исправления, неизбежно приводило к эмоциональной реакции. Можно предполагать, что после операции исправления ошибки оператор стремится повысить концентрацию внимания для предотвращения ошибок. На поведенческом уровне обнаружение ошибки сопровождается возникновением паузы [4, 5].

Распределение количества ошибок по типам показало два факта: (1) соотношение замеченных сразу и незамеченных ошибок не менялось в процессе обучения; (2) доля ошибок, замеченных и исправленных сразу же, значительно превышала долю незамеченных ошибок.

Большая доля ошибок, исправляемых сразу после допущения, объясняется тем, что набор участники тестирования осуществляли со зрительным контролем. Кроме зрительного контроля источниками обратной связи об ошибках служат тактильные рецепторы на подушечках пальцев и проприорецепторы в мышцах кисти и пальцев.

Зависит ли соотношение замеченных и незамеченных ошибок от положения клавиши, тре-

бует дополнительной проверки. В нашем исследовании для этого не хватало четкой классификации ошибок по причине возникновения. В качестве причин возникновения исследователи тайпинга [4] выделяют (в порядке убывания частоты встречаемости при слепом методе набора):

- нажатие соседней клавиши («промах») (33 %);
- сбой в порядке нажатий (19 %);
- пропуск нажатия (18 %);
- ошибка разбиения по буквам (16 %);
- нажатие удаленной клавиши (11 %);
- удвоение нажатия (3 %).

Авторы, используя анестезию кончиков пальцев, показали, что тактильная чувствительность важна для детекции ошибок, но не важна для организации последовательности движений во времени. При этом предполагается, что тактильное обнаружение ошибок при слепом наборе связано с детекцией краев клавиш. Само по себе ощущение края клавиш может быть автоматически связано с сигнализацией об ошибке позиционирования подушечки пальца. То есть ключевым моментом является различие нажатий в центр клавиши и нажатий на край клавиши.

Однако ошибка позиционирования может быть связана с нажатием в центр соседней клавиши. Такие ошибки могут быть вызваны рассогласованием между механизмами перемещения пальцев и тайминга выполнения нажатий. Набор текста задействует стереотипические вращения в различных плоскостях и перемещения запястья и пальцев к серии определенных пространственных целей, соответствующих требуемым клавишам. Показано, что у опытных наборщиков палец начинает двигаться к следующей клавише в пределах 20 мс предыдущего нажатия, если второе нажатие задействует палец этой же руки [7]. То есть последовательные нажатия в рамках одной руки образуют достаточно слитное движение, траектория которого формируется на несколько нажатий вперед.

Наличие в наших результатах некоторых ошибок поддерживает идею разделения механизмов тайминга и позиционирования. Такие ошибки, как набор 'biteer' вместо 'bitter' и 'lessrr' вместо 'lesser' могут быть объяснены тем, что при реализации моторных программ горизонтального перемещения кисти и вертикаль-

ных перемещений пальцев произошло рассогласование. В обоих приведенных случаях горизонтальное перемещение опередило вертикальные. Возможно, определенную роль в рассогласовании играет зрительный контроль позиционирования пальцев при том, что тайминг вертикальных перемещений кончика пальца контролируется за счет проприорецепции.

Рекомендации

В заключение попробуем обрисовать роль словаризации при обучении набору текста. Результаты данного исследования показали, что эффект словаризации проявляется только при значительном количестве повторений. При этом важен исходный уровень. Если исходно слово представляется как трудное для набора и составляющие его символы набираются по отдельности, то эффект словаризации может быть достигнут при его повторении 2–3 раза за занятие. На этом этапе обучения происходит выучивание правильного написания этого слова, т. е. формирование навыка разбиения данного слова на буквы. В дальнейшем прирост скорости набора таких слов обуславливается только развитием общих моторных навыков. Таковую динамику мы могли наблюдать для нейтральных слов, скорость которых в ходе обучения росла теми же темпами и средняя скорость набора всех слов.

Однако, если какой-либо из нейтральных терминов будет попадаться в набираемом тексте часто, как, например, слово «кофеин» в нашем исследовании, то наблюдается эффект дальнейшей словаризации. Скорость набора при этом доходит до скорости набора самых часто встречающихся слов типа «потому», «что», «когда» и других, чья «словарность» определена структурой языка. На этом этапе обучения происходит выучивание расположения и порядка клавиш, требующихся для набора данного слова. На это знание накладывается текущий навык выполнения координированных последовательностей движений и, если этот навык развит хорошо, в результате получается субнавык автоматизированного ввода данного слова.

Таким образом, полученные результаты показали высокую чувствительность параметров, характеризующих компьютерный набор текста, к процессам, связанным с обучением и, как след-

ствие, с формированием компетенций. Для формирования алгоритмов оценки уровня сформированности профессиональных компетенций (ПК-6, ПК-12, ПК-13) может быть использован ряд психофизиологических показателей.

Показатели общей эффективности выполнения заданий:

Скорость набора текста – производительность – количество знаков в единицу времени.

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{nSymb_i}{T_i}}{n} \times 60,$$

где v – скорость набора одного задания, T_i – время выполнения задания, n – количество заданий в данном занятии, $nSymb_i$ – количество символов в задании.

Минимальное требование советского образовательного стандарта для обучающихся после курсов машинописи 120 зн/мин.

120–150 – считается неплохой для работы в авторском режиме;

180 – экзаменационная скорость на курсах машинописи;

250 и выше – скорость квалифицированной машинистки;

400–500 – скорость, необходимая для записи диктовки в естественном темпе;

700–900 – чемпион мира, достаточно для синхронной записи совещаний.

Общее время задания T_i складывается из $Tnabor_i$ и $Tpauz_i$ (рис. 16):

T_i			
$Tpauz_i$		$Tnabor_i$	
$Tbesp_i$	$Tvospr_i$	$Tpolez_i$	$Terr_i$

Рис. 16. Схема бюджета времени выполнения задания

Прогресс обучения – наращение скорости набора текста в месяц. Вычисляется как первый коэффициент линейной аппроксимации значений скорости набора за одно занятие.

$$P = \frac{dv}{dt}.$$

Эффективность использования времени. В случае, если нет ошибок:

$$\Delta T_i = 1 - \frac{T_{\text{пауз}_i}}{T_i}$$

Для анализа времени паузы вводится понятие:

Эффективность восприятия текста – среднее количество символов, воспринятых за единицу времени паузы. По мере обучения эффективность должна повышаться – способность за более короткий промежуток времени воспринять и набрать больше текста.

$$\text{Эвоспр} = \frac{\sum_{j=1}^{n\text{Пауз}} \frac{n\text{Сymb}_j}{T_{\text{пауз}_j}}}{n\text{Пауз}},$$

где $n\text{Пауз}$ – количество пауз в задании, $T_{\text{пауз}_j}$ – время паузы, $n\text{Сymb}_j$ – количество символов, набранных за период набора, следующий за данной паузой.

Объем кратковременной памяти определяется через количество слов без предлогов, набранных за период набора, следующий за данной паузой.

Стиль набора – определяется по присутствию пауз на чтение:

$$S = \begin{cases} \text{слепой, если } \text{Эвоспр} < 0,85 \\ \text{зрительный, если } \text{Эвоспр} \geq 0,85 \end{cases}$$

Показатели эффективности набора слов:

Средняя скорость набора слова –

$$\bar{v}_w = \frac{\sum_{i=1}^n v_{wi}}{n},$$

где n – количество слов в задании, v_w – скорость набора слова, определяемая по формуле $v_w = \frac{n}{t_w}$, n – количество символов в слове, t_w – время набора слова.

Процент словарных слов – характеризует понимание текста, которое зависит от словарного запаса читателя.

$$p = (n_{\text{слов}}/n) \times 100 \%,$$

где $n_{\text{слов}}$ – количество слов, скорость набора которых больше порога скорости словарных слов – величина, вычисляемая из распределения v_w , напр. 3.2.

Процент незнакомых слов

$$p = (n_{\text{незнак}}/n) \times 100 \%,$$

где $n_{\text{незнак}}$ – количество слов, скорость набора которых больше порога скорости словарных слов – величина, вычисляемая из распределения v_w , напр. 2.

Показатели эффективности отдельных нажатий:

Знание клавиатуры – характеризует средняя величина и дисперсия времени поиска клавиш

$$3K = \frac{\bar{t}_{\text{key}}}{\sum_{i=1}^n (t_{\text{key}i} - \min(t_{\text{key}}))^2},$$

где t_{key} – время поиска клавиши, n – количество использованных клавиш

Координация рук – интервал между последовательными нажатиями разноименными руками; свидетельствует о хорошей координации левой и правой рук и высокой степени параллелизма выполнения моторных программ.

$$\text{Coord} = \frac{1}{n} \sum t_{\text{keyR}} - t_{\text{keyL}},$$

где t_{keyR} – время нажатия правой рукой, t_{keyL} – время нажатия левой рукой, n – количество комбинаций с последовательными нажатиями разноименными руками.

Показатели безошибочности набора:

Безошибочность выполнения заданий – доля заданий (предложений), набранных без ошибок. Соответствует качеству деятельности.

Скорость обнаружения ошибки

$$v_{\text{obn}} = 1/(t_{\text{ispr}} - t_{\text{err}}),$$

где t_{err} – время совершения ошибки, t_{ispr} – время начала исправления ошибки.

Скорость исправления ошибки

$$1/(t_{\text{corr}} - t_{\text{ispr}}),$$

где t_{corr} – время восстановления правильности текста, t_{ispr} – время начала исправления ошибки.

Средняя частота ошибок – обусловлена попаданием в соседнюю клавишу от нужной, перестановкой или добавлением лишней буквы. Отражает уровень сенсомоторной координации.

$$v_{\text{err}} = \Sigma(t_{\text{err}_i} - t_{\text{err}_{i-1}})/n,$$

где t_{err} – время i -й ошибки, n – количество набранных слов.

Качество набора – величина, обратная потере времени из-за ошибок, которое обратно пропорционально концентрации внимания.

$$Q = 1/T_{err}, \Delta T_{err} = \frac{\sum_{i=1}^n (T_{err_deti} - T_{err_corri})}{t},$$

где ΔT_{err} – потеря времени из-за ошибок, T_{err_deti} – время детекции ошибки, T_{err_corri} – время коррекции ошибки, n – количество ошибок в задании, t – общее время выполнения задания.

Оптимальность напряжения – соотношение скорости и ошибок

$$H_{opt} = dv/dn_{err}$$

где v – скорость набора, n_{err} – количество ошибок.

Для наглядного отображения указанные показатели можно нормировать к шкале «низкий–средний–высокий» уровни развития и отобразить в виде лучевой диаграммы (рис. 17).



Рис. 17. Диаграмма текущего развития показателей, связанных с набором текста

Для оценки степени сформированности навыков, связанных с компьютерным набором текста, необходимо отслеживать динамику описанных показателей на занятиях по разным дисциплинам. Шкалу степени сформированности следует подбирать с учетом однородности группы учащихся, относительной сложности дисциплины для данной группы и новизны текстового материала.

Литература

1. Айдаркин Е.К., Павловская М.А., Щербина Д.Н. Способ обучения оператора набору текста на клавиатуре компьютера // Патент RU2407061. Приоритет изобретения 16.09.2009. 6 ил.
2. Бадмаев Б.Ц. Психология и методика ускоренного обучения. М., 1998. 272 с.
3. Кузнецова А.Н., Вагенгейм Р.Н. Машинопись: 2-е изд. М., 1991. 320 с.
4. Gordon A.M., Soechting J.F. Use of tactile afferent information in sequential finger movements. *Experimental Brain Research*. 1995. Vol. 107(2). P. 281–292.
5. Rabbit P.M.A. Detection of errors by skilled typists. *Ergonomics*. 1978. Vol. 21. P. 945–958.
6. Rosenbaum D.A. Human motor control. Academic Press, 1997. 411 p.
7. Soechting J.F., Flanders M. Organization of sequential typing movements // *J. Neurophysiol.* 1992. Vol. 67(5). P. 1275–1290.

УНИИ Валеологии Южного федерального университета