

УДК 331.103.3

ХРОНОМЕТРИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВЕРБАЛЬНЫХ И ОБРАЗНЫХ ЗАДАНИЙ НА КОМПЬЮТЕРЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Е.К. АЙДАРКИН, Д.Н. ЩЕРБИНА, А.С. ФОМИНА, О.Л. КУНДУПЬЯН, Ю.Л. КУНДУПЬЯН

e-mail: dnsheerbina@sfnedu.ru

Южный федеральный университет

Метод оценки трудозатрат студентов на основе хронометрии микроопераций был апробирован в ходе самостоятельных занятий студентов-биологов на кафедре физиологии человека и животных. Самостоятельная работа студентов заключалась в решении теоретических задач по курсам «Основы нейрофизиологии» и «Биология человека: анатомия человека, антропология и экология человека» в дисплейном классе на компьютерах, подключенных к локальной образовательной сети. На основании результатов сопоставления временных затрат по разным типам деятельности была предложена мера для оценки сбалансированности бюджета времени. Апробация метода хронометрии при реальной многокомпонентной теоретической и практической работе студентов показала перспективность разработки на его основе новых объективных методик оценки уровня сформированности профессиональных и общекультурных компетенций.

Ключевые слова: компьютерное тестирование, набор текста, навык, компетенции, эффективность деятельности

CHRONOMETRY OF INDIVIDUAL PERFORMANCE IN COMPUTER-BASED VERBAL AND IMAGERY TASKS FOR THE ASSESSMENT OF STUDENTS EDUCATIONAL COMPETENCIES

E.K. AYDARKIN, D.N. SHERBINA, A.S. FOMINA, O.L. KUNDUPYAN, Y.L. KUNDUPYAN

Southern Federal University

Method of assessing student's workload based on micro-operation chronometry was tested at the department of Human and Animal Physiology. Individual work of students was to complete theoretical tasks in the courses «Fundamentals of neurophysiology» and «Human Biology: Human anatomy, anthropology and human ecology» in the display class on computers connected to a local educational network. The measure to assess the balance of the time budget has been proposed on the basis of comparison of time spent on different types of activities. The testing of the chronometry method at the real multicomponent theoretical and practical work of students showed the promise of the future development of new objective methods based on this approach to assess the level of professional and general cultural competencies.

Keywords: computer testing, typing, skill, competence, efficiency

Введение

Образовательные технологии, обеспечивающие самостоятельную работу студентов, базирующиеся на компьютерных технологиях представления заданий, регистрации действий пользователя и автоматического вычисления успешности и эффективности работы. Современные образовательные стандарты также требуют включения в системы электронного образования средств объ-

ективной оценки сформированности профессиональных компетенций (ПК-6, ПК-12, ПК-13) [Айдаркин, Старостин, Щербина, 2011].

В ходе самостоятельной работы у учащихся происходит процесс становления и закрепления мыслительных динамических стереотипов, формируются новые взаимосвязи между ними [Новиков, 1986; Шадриков, 1982, 1996]. Известным методом оценки уровня сформированности динамического стереотипа являются кривые обучения, рассчитываемые как для разных обучаю-

щихся при выполнении однотипной деятельности, так и для одного учащегося при выполнении разноплановой деятельности [Галактионов, Янушкин, 1985; Новиков, 1986]. Для построения кривых обучения применяются такие параметры, как время и качество выполняемой деятельности, а также «кванты» информации – время выполнения операций и их число в единицу времени [Айдаркин, Фомина, 2013а; Айдаркин, Кундупьян, Кундупьян, 2014; Айдаркин, Фомина, Щербина, 2014; Галактионов, Янушкин, 1985; Aydarkin, Fomina, 2013]. Данный метод считается применимым для анализа уровня освоения сложных составных мыслительных задач, поскольку позволяет анализировать не только успешность выполнения заданий, но и отчасти структуру интеллектуальной деятельности, и индивидуальные способы ее реализации [Галактионов, Янушкин, 1985].

При этом соотношение этапов может рассматриваться с позиции изучения отдельных фрагментов деятельности (или фрагментов кривых обучения), имеющих каждый конкретное значение или цель (операционно-технологический подход), или с позиции оценки исполнительской и информационной сути деятельности (алгоритмический подход) [Галактионов, Янушкин, 1985; Шадриков, 1996]. С позиции обучения выполнению сложной составной когнитивной деятельности, вероятно, оптимальным будет соотношение обоих подходов [Шадриков, 1996], так как, в отличие от сенсомоторной задачи, освоение и понимание смысловой нагрузки начальных этапов мыслительной задачи может напрямую влиять на успешность обучения на финальных стадиях.

Используемые в эргономике методы оценки сформированности динамического стереотипа не всегда позволяют оценить текущий уровень навыка ввиду сложности анализа психофизиологической структуры деятельности и стратегии решения задачи [Галактионов, Янушкин, 1985], варьирующей у обследуемых в зависимости от структуры и уровня освоенности навыка. В последние годы признается необходимым жесткий контроль поведенческих показателей решения задач, являющегося фактором оценки сложности мыслительной деятельности, поскольку отсутствие учета данного аспекта может являться причиной встречающихся в литературе раз-

личий психофизиологических показателей при решении однотипных задач [Zhou et al. 2007; Aydarkin, Fomina, 2013; Aydarkin, Kundupyan, Kundupyan, 2013].

Многие методики адаптивного компьютеризированного обучения ограничены работой с текстом, т.е. включают в себя операции чтения текстовых заданий, выбор ответа среди текстовых вариантов или набор текста на компьютере. Особенностью изучения курса анатомии человека является освоение обучающимся основных принципов построения человеческого тела, изучения строения всех органов и систем, изучение их топографии и развития в онтогенезе (от рождения до старости). Такие знания включают вербальную составляющую (русские и латинские названия органов) и образную составляющую (внешний вид и взаимное положение органов) [Думбай, Кундупьян, 2013].

Перспективным подходом для оценки трудозатрат студентов является оценка распределения бюджета времени на отдельные виды операций при выполнении учебных заданий [Айдаркин, Старостин, Щербина, 2011; Щербина, Айдаркин, 2012]. Согласно этому методу, преподавателю в дополнение к качественным показателям успешности выполнения заданий, предоставляется информация в виде круговой диаграммы, на которой разными цветами отображена доля времени работы в различных приложениях. Такой подход позволяет преподавателю быстро оценить эффективность расхода учебного времени, а также выявить проблемы в развитии тех или иных навыков учащегося.

Подход анализа микроопераций был выбран для апробации на самостоятельных занятиях студентов-биологов на кафедре физиологии человека и животных. Алгоритм анализа заключался в разделении всей деятельности студента на отдельные операции в соответствии с типами работ. Задачей данной работы был поиск связи успешности выполнения задания с суммарным временем, потраченным на тот или иной вид работы.

Методика

Метод был апробирован на самостоятельных занятиях студентов-биологов на кафедре физиологии человека и животных в рамках учебных

курсов: «Основы нейрофизиологии» и «Биология человека: анатомия человека, антропология и экология человека». На самостоятельных занятиях студенты решали задачи по нейрофизиологии и анатомии человека в дисплейном классе на компьютерах, подключенных к локальной образовательной сети.

При апробации метода использовались следующие интерактивные электронные учебные пособия (ЭУП): «Основы нейрофизиологии: сборник вопросов и задач» [Айдаркин, Фомина, 2013б] и «Анатомия человека. Опорно-двигательная система» [Думбай, Кундупьян, 2013]. ЭУПы были предназначены для теоретической и практической подготовки студентов и содержали методические указания, теоретическую часть, банк иллюстраций, набор учебных НИР (уНИР) для самостоятельного выполнения.

Каждая уНИР включала ряд теоретических вопросов, объединенных в ряд тем, соответствующих конкретным разделам учебного курса. Для каждой уНИР был сформирован набор теоретических вопросов и 1-2 задачи теоретического или экспериментального характера, а также инструкции по обработке данных в среде Statistica или Excel там, где это требуется. Для выполнения теоретических задач требовалось дать развернутый ответ на проблемный или теоретический вопрос, а также проанализировать предлагаемые рисунки и дать ответы на вопросы к ним. Данный раздел требовал привлечения литературного материала и завершался теоретическим выводом. Для выполнения экспериментальных задач требовалось провести визуальный или статистический анализ экспериментальных данных с формулировкой практического вывода.

Все уНИР были объединены в разделы, соответствующие блокам теоретической информации в рамках программы курса, и были примерно одинаковы по уровню методической сложности.

В процессе работы с электронными учебными пособиями студенты работали с теоретическим материалом и иллюстрациями. При выполнении заданий студенты давали ответ путем на-

бора текста на клавиатуре. В зависимости от содержания задания требовался ответ в виде развернутого текста, описания рисунка и ответа на вопросы к нему, или выполнения задания с использованием описания реального физиологического эксперимента или адаптированных экспериментальных данных.

Были проанализированы данные самостоятельной работы 21 студента 2-го курса факультета биологических наук при выполнении самостоятельной работы по курсу «Биология человека: анатомия человека, антропология и экология человека». В ходе участия этих студентов в 40 рабочих сессиях ими было выполнено и сдано 26 письменных работ. Эти работы оценивались преподавателем-экспертом в диапазоне от 3 до 5 баллов. Суммарное время нахождения студента за компьютером было поделено на операции нескольких видов: органайзер (ознакомление с содержанием и управляющими клавишами интерфейса ЭУПа), чтение литературы и изучение рисунков, написание текста работы, работа с интернетом. Иная деятельность, не связанная с решением задач учебника, попадала в категорию «Прочее». Продолжительность рабочих сессий не ограничивалась и могла составлять по желанию студента от 1 до 3 часов.

Основную часть времени студенты тратили на два класса операций:

1. «Чтение» (знакомство с разделом «Введение», поиск рисунков анатомических объектов среди 100 файлов в формате *.jpg из Банка иллюстраций, изучение описания топографии и строения органов в специальной учебной литературе);

2. «Написание отчета» (набор текста с ответами на теоретические вопросы, вставка подходящих рисунков, снабжение их всеми необходимыми обозначениями и подписями).

Для каждой учебной сессии рассчитывались показатели:

Качество деятельности –

$$q \in \{2,5, 3,0, 3,5, 4,0, 4,25, 5,0\}$$

соответствует оценке преподавателя по пяти-балльной системе. Дробные оценки соответствуют оценкам с плюсом и минусом.

Время на подготовительные действия –

$$T_{org} = \sum_{i=1}^n d_i$$

где n – количество сеансов работы с образовательным порталом, файловым менеджером, электронной рабочей тетрадью, d_i – длительность сеанса.

Время на чтение материалов –

$$T_{read} = \sum_{i=1}^n d_i,$$

где n – количество сеансов работы с информационными образовательными ресурсами, полнотекстовыми источниками и каталогами анатомических изображений, d_i – длительность сеанса.

Время на написание отчета –

$$T_{write} = \sum_{i=1}^n d_i,$$

где n – количество сеансов работы в текстовом редакторе, d_i – длительность сеанса.

Время в интернете –

$$T_{internet} = \sum_{i=1}^n d_i,$$

где n – количество сеансов работы в интернет-браузере на сайтах, отличных от образовательного портала, d_i – длительность сеанса.

Прочее время –

$$T = \sum_{i=1}^n d_i,$$

где n – количество сеансов работы в различных приложениях, не подпадающих в другие категории, d_i – длительность сеанса.

Задания по курсу «Основы нейрофизиологии» требовали знакомства с теоретическими материалами, доступными в локальной сети, и набор развернутого текстового ответа путем набора текста на клавиатуре. Специальная программа протоколировала заголовок текущего окна, по которому определялся вид учебной операции, выполняемой в данный момент времени. Выделялись следующие типы работ:

1. Подготовка (работа в проводнике, поиск и перемещение нужных файлов);

2. Изучение материалов (чтение статей, учебников, учебных пособий);

3. Написание ответов на вопросы (набор и правка текста, вставка рисунков);

4. Прочее (иные виды деятельности, в том числе не учебной).

Классификация типов работ проводилась на основании вида программы и наименованию открытого документа. Для каждого сеанса работы с данной программой рассчитывалась его длительность.

Продолжительность рабочих сессий не ограничивалась. Для анализа были взяты 11 сессий продолжительностью от 45 до 152 минут. За работу студенты получали традиционную оценку по 5-балльной системе.

В дополнение к уже описанным показателям для каждой сессии были добавлены показатели:

Количество переключений между операциями –

$$n_{sw} = N_{RW} + N_{WR},$$

где N_{RW} – количество переходов от операции чтения к операции написания отчета, N_{WR} – количество переходов от операции написания отчета к операции чтения.

Частота переключений между чтением и набором –

$$v_{sw} = \frac{n_{sw}}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{60}},$$

где n_{sw} – количество переключений между операциями, d_i – длительность операции чтения или набора, с.

Результаты

Измерения времени, затраченного на разные типы активности демонстрировали высокую вариативность (рис. 1).

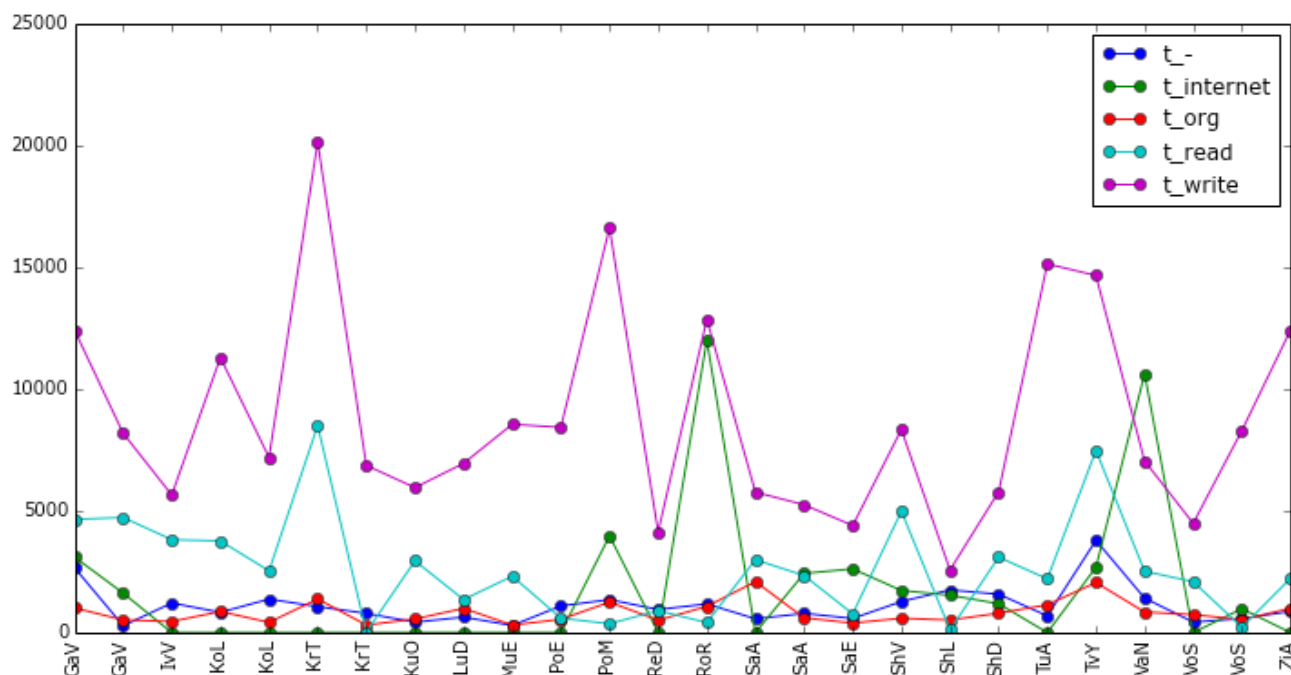


Рис. 1. Вариативность показателей в разных учебных сессиях. По оси абсцисс отдельные сессии, по оси ординат – суммарное время, затраченное на данный тип операций, с

В первую очередь это определялось длительностью сессий, которая не ограничивалась и могла составлять по желанию студента от 1 до 3 часов. В двух случаях значительное время занимала работа в интернет-браузере, что указывает, что этим студентам было удобнее искать информацию в глобальных поисковых системах, а не в предложенных информационных ресурсах. Ма-

лое время, потраченное на сессию в целом, может указывать или на низкую мотивацию, или на другие личные дела, поскольку занятия проводились в свободное время.

Был проведен корреляционный анализ расчетных показателей, результаты которого приведены в табл. 1.

Таблица 1

Корреляционная матрица показателей при выполнении заданий по анатомии человека

	q	t_-	t_internet	t_org	t_read	t_write
q	1,000000	-0,100401	0,013267	0,005622	0,215785	-0,124913
t_-	-0,100401	1,000000	0,265321	0,439890	0,408443	0,305470
t_internet	0,013267	0,265321	1,000000	0,148036	-0,123706	0,153938
t_org	0,005622	0,439890	0,148036	1,000000	0,451660	0,545108
t_read	0,215785	0,408443	-0,123706	0,451660	1,000000	0,465538
t_write	-0,124913	0,305470	0,153938	0,545108	0,465538	1,000000

Обнаружена корреляция между временем, затраченным на знакомство с информационными материалами, и оценкой преподавателя ($r = 0,216$). Также небольшая отрицательная корреляция оценки с временем, затраченным на написание отчета. Корреляции оценки с другими временными показателями не обнаружено.

Особый интерес представляет соотношение показателей T_{read} и T_{write} . Студенты тратили значительно больше времени на написание отчета, чем на чтение. Так, например, выполнение работы на «отлично» требовало затрат от 2000 до 5000 с на изучение и поиск материалов, и от 5000 до 9000 с на операции по написанию отчета (рис. 2).

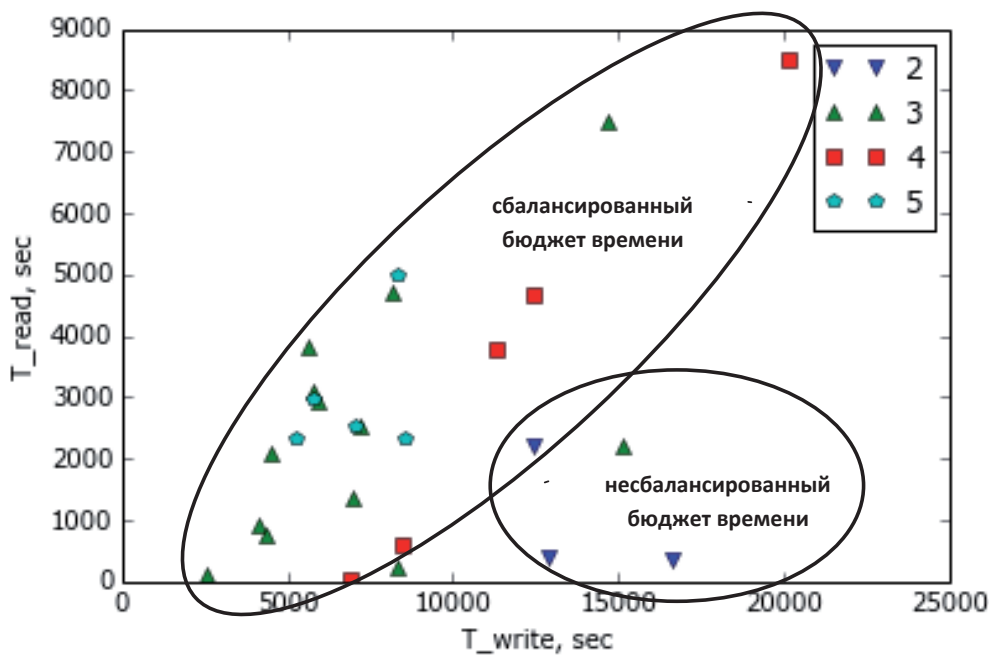


Рис. 2. Отношение времени чтения теоретических материалов к времени составления отчета в зависимости от качества выполнения работы (форма и цвет маркера соответствуют округленной оценке преподавателя по балльной системе)

Однако сходные затраты времени у менее успешных студентов не приводили к достижению высоких результатов. В этих же диапазонах затрат времени находились несколько выполненных работ на оценку «удовлетворительно». Даже при двукратном превышении затрат времени при выполнении некоторых работ их качество не достигало высокого уровня. Вероятно, данным студентам не хватало базовых знаний по анатомии и фактического времени на выполнение работы в удобном для себя темпе. Для этих сессий характерен некий баланс временных затрат на чтение информационных материалов и написание отчета со сдвигом в сторону последнего.

Группа точек для худших работ, расположенных правее и ниже на рисунке, выпадает из этой зависимости. Эти студенты затратили много времени на написание отчета, притом, что почти не уделяли времени изучению литературы и в итоге получили неудовлетворительные оценки. Это может указывать не только на недостаток знаний по анатомии, но и на неумение работать с литературой.

Результаты самостоятельной работы по нейрофизиологии не отличались такой вариативностью. Все студенты справились с заданием в от-

носительно небольшое время – от 48 до 152 мин. При этом на скаттерограмме времени чтения и времени написания (рис. 3) выделяется группа значений с малым временем обоих показателей. При этом в эту группу входят работы с самыми низкими оценками. Работы, оценённые на отлично, отличались повышенными трудозатратами на написание – от 55 до 111 мин.

Результаты корреляционного анализа расчетных показателей приведены в табл. 2.

Незаинтересованность студентов, быстро сдавших свои работы подтверждалась высокой корреляцией оценки преподавателя с общим временем выполнения заданий ($r = 0,605517$).

В качестве коррелята размера кванта удерживаемой в памяти информации мы использовали типичную частоту переключения между интервалами чтения и составления отчета (среднее без учета особо длительных интервалов). Хорошие знания предметной области должны способствовать увеличению кванта удерживаемой информации и, соответственно, уменьшению количества переключений между операциями получения и вывода информации. Отрицательная корреляция оценки качества работы с типичной частотой переключения ($r = -0,538$) подтвердила данные предположения.

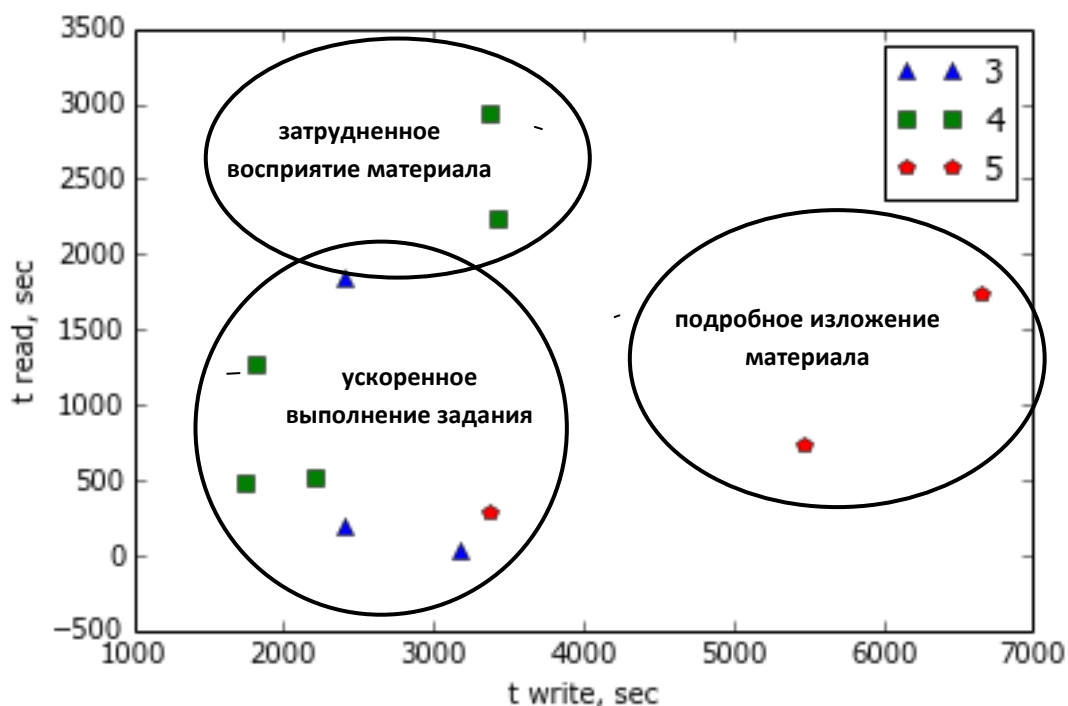


Рис. 3. Отношение времени чтения теоретических материалов к времени составления отчета в зависимости от качества выполнения работы

Таблица 2

Корреляционная матрица показателей, полученных на занятиях по нейрофизиологии

	t_org	t_write	t_read	t_internet	t_ -	q	n_sw	v_sw	t_total
t_org	1,00	0,25	0,67	-0,37	-0,0059	0,031	0,508	-0,56	0,58
t_write	0,254	1,00	0,217	-0,169	-0,035	0,723	0,481	-0,28	0,807
t_read	0,674	0,217	1,00	-0,52	0,048	0,0058	0,916	-0,64	0,674
t_internet	-0,377	-0,169	-0,52	1,00	0,0618	-0,209	-0,463	0,52	-0,366
t_ -	-0,006	-0,035	0,048	0,0618	1,00	0,338	0,0359	-0,293	0,285
q	0,032	0,723	0,0059	-0,209	0,338	1,00	0,278	-0,538	0,606
n_sw	0,508	0,48	0,91	-0,46	0,036	0,2783	1,00	-0,68	0,79
v_sw	-0,561	-0,279	-0,64	0,523	-0,293	-0,53	-0,68	1,00	-0,62
t_total	0,58	0,807	0,674	-0,366	0,285	0,605	0,798	-0,619	1,00

Обсуждение

Эффективность решения теоретических задач зависит от ряда компетенций студентов. Необходима разработка критериев, позволяющих дать объективную оценку эффективности деятельности, которая наряду с оценкой преподавателя позволит оценить текущий уровень компетенций студента.

Поскольку обнаруженные зависимости могут сглаживаться за счет поверхностно выполняемых работ при низкой мотивации или дефиците времени, то напрямую оценить компетенции студента в данной области только на основе трудозатрат достаточно сложно. Более показатель-

ным может быть квант обмена информации при переходах от чтения материалов к выполнению заданий в текстовом редакторе. Чем лучше студент владеет терминологией и базовыми знаниями в данной области, тем больше квант новой информации он может удержать в памяти при написании отчета. Выполнение заданий, связанных с обработкой большого количества текстового материала (в курсе «Основы нейрофизиологии»), напрямую зависело от уровня его предварительной аудиторной и внеаудиторной проработки. Неудовлетворительное владение материалом приводило к большому количеству переключений между текстовым редактором и окном браузера (или учебником, открытым в редакто-

ре DjVu) или же к длительному нахождению в последних. Это сопровождалось неудовлетворительным качеством выполнения контрольных работ.

В ситуации, когда большая часть времени была потрачена на деятельность, не связанную с выполнением самостоятельной работы, можно говорить о формальном отношении студента к выполнению задания. В данной ситуации высокое качество выполненной работы свидетельствует о предварительном ознакомлении студента с содержанием выполняемых заданий, их излишней простоте или о переписывании ответов из постороннего источника. Напротив, низкое качество работы свидетельствует о слабой мотивации к решению задач. Уточнить это поможет сравнение паттерна активности на данном и предыдущих занятиях, а также, возможно, дополнительный разбор активности, вошедшей в группу «Прочее».

В отличие от объективных психофизиологически обоснованных методов [Айдаркин, Щербина, Павловская, 2012; Айдаркин, Фомина, Щербина, 2014] данный метод дает лишь приблизительную оценку. Однако доступность и простота применения делают его перспективным для коррелятивной оценки текущих компетенций учащихся. Безусловным преимуществом метода является отсутствие вмешательства в процесс выполнения задания студентом, поскольку подсчет бюджета времени не требует привлечения добавочной деятельности, в той или иной степени искажающей результаты выполнения основной. Практическая возможность реализации данного метода не только в отсроченном, но и в реальном времени дает возможность прогнозирования ошибочного выполнения деятельности, а также ее коррекции непосредственно в процессе выполнения.

Предлагаемый нами аналитический подход позволяет выявить соотношение развития не только различных профессиональных компетенций, но и общекультурных. Так, например, связующим звеном между операциями чтения и написания отчета, является работа по организации рабочего пространства в многозадачной компьютерной среде. Это работа в проводнике, поиск и перемещение нужных файлов, отслеживание измененных версий документов и пр. Анализ бюджета времени показал, что те студенты,

которые выполняли больше 1 работы за одну рабочую сессию, при выполнении второй работы тратили меньше времени на избыточные переключения между приложениями и больше сосредотачивались на написании работы, что может указывать на то, что студенты научились более рационально структурировать выполняемые операции.

Таким образом, апробация метода оценки бюджета времени при реальной многокомпонентной теоретической и практической работе студентов показала перспективность разработки на его основе новых объективных методик оценки уровня сформированности профессиональных и общекультурных компетенций. Дальнейшее расширение спектра объективных параметров для контроля формирования образовательных компетенций позволит повысить качество образовательного процесса.

Литература

Айдаркин ЕК, Кундупьян ОЛ, Кундупьян ЮЛ. Метод аромакоррекции функционального состояния человека в процессе когнитивной деятельности. Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. 2014; 1(68): 43–48.

Айдаркин ЕК, Старостин АН, Щербина ДН. Концепция системы психофизиологической поддержки самостоятельной работы студентов при дистанционном обучении. Материалы конф. «Современные информационные технологии в образовании / Южный федеральный округ». Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2011: 17–18.

Айдаркин ЕК, Фомина АС. Разработка метода оценки эффективности деятельности при решении арифметических задач // Валеология. 2013(а); 3: 100–112.

Айдаркин ЕК, Фомина АС. Интерактивное электронное учебное пособие «Основы нейрофизиологии: сборник вопросов и задач» Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 19439 от 07.08.2013 г. – Москва, 7 августа 2013 (б).

Айдаркин ЕК, Фомина АС, Щербина ДН. Метод оценки индивидуального уровня когнитивного напряжения студентов в процессе выполнения составной учебной деятельности. Материалы конф. «Современные информационные технологии: тенденции и перспективы развития» / Южный федеральный университет. Ростов н/Д, 2013; 30–32.

Айдаркин ЕК, Фомина АС, Щербина ДН. Разработка метода оценки уровня когнитивного напряжения оператора в условиях когнитивной деятельно-

сти // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. 2014; 1(68): 38–43.

Айдаркин ЕК, Щербина ДН, Павловская МА. Способ оценки уровня внимания оператора при компьютерном тестировании. Патент RU2441585. Приоритет изобретения 10.11.2010. Опубликовано 10.02.2012. 6 ил.

Галактионов АИ, Янушкин ВН. Анализ и оценка деятельности по кривым обучения. Психол. журн. 1985; 6: 4: 97–107.

Думбай ВН, Кундупьян ЮЛ. Интерактивное учебное пособие «Анатомия человека. Опорно-двигательная система». Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 19438. - Москва, 7 августа 2013 г.

Новиков АМ. Процесс формирования трудовых умений. М.: Высшая Школа, 1986.

Шадриков ВД. Проблемы системогенеза профессиональной деятельности. М.: Наука, 1982.

Шадриков ВД. Психология деятельности и способности человека. Ростов н/Д: Издательская корпорация «Логос», 1996.

Щербина ДН, Айдаркин ЕК. Распределение бюджета времени как метод оценки трудозатрат учащихся при самостоятельной работе на компьютере. Материалы 7-го всерос. науч.-метод. семинара «Современные технологии в образовательном процессе». Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012: 259–262.

Aydarkin, Eugeny K; Kundupyan, Oхana L; Kundupyan, Julia L. Neurophysiological indicators of action quality at solving verbal and nonverbal tasks. Journal Of Integrative Neuroscience. 2013; 12: 1: 57–72.

Aydarkin Eugeny K, Fomina Anna S. Neurophysiological mechanisms of complex arithmetic task solving // Journal of Integrative Neuroscience. 2013; 12: 1: 73–89.

Zhou X, Chen C, Zang Y, Dong Q, Chen C, Qiao S. & Gong, Q. Dissociated brain organization for single-digit addition and multiplication, NeuroImage. 2007; 35: 871–880.