

# Постановка проблемы психологического обоснования моделирования пользователей при разработке специализированных визуальных систем

В.Л. Авербух, Н.В. Авербух, Д.С. Первалов, Д.Н. Топорков, И.В. Топоркова  
ИММ УрО РАН, факультет психологии Уральского Государственного Университета  
Екатеринбург, Россия  
averbukh @ imm.uran.ru

## Аннотация

В работе описана постановка задачи психологических исследований при создании моделей пользователей специализированных систем компьютерной визуализации.

**Ключевые слова:** *Моделирование пользователей, специализированные визуальные интерактивные системы.*

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Моделирование пользователя подразумевает подробное представление свойств индивидуальных пользователей или классов пользователей, что позволяет системе приспосабливать свою работу к пользовательским нуждам и предпочтениям. Моделирование пользователя (User Modeling) является предметом многочисленных исследований и освещается в литературе в связи с такими приложениями, как обучающие системы, интерактивные системы, системы навигации в WWW, системы искусственного интеллекта и т.п. Модели пользователей успешно используются при проектировании систем массового использования, например, информационных интернет-сайтов, адаптивных обучающих систем, систем электронной торговли. На Западе регулярно проводятся конференции, печатаются серьезные научные работы [1].

Дисциплина «Моделирование Пользователя» тесно связана с проблемами разработки систем человеко-машинного взаимодействия и компьютерной визуализации.

При проектировании специализированных систем визуализации среди прочих факторов необходимо учесть данные о пользователе системы (он же участник проектирования). При этом необходимо получить ответ на ряд вопросов, среди которых специальность пользователя, используемые методики исследования, каков набор знаний пользователя (общих, специальных и компьютерных), профессиональная культура, опыт работы с вычислительными и, в частности, с визуальными системами (позитивный и негативный), каковы стимулы и мотивации пользователя, каковы особенности национальной культуры, возможно влияющие на его восприятие визуальных образов, каковы психофизиологические свойства пользователя, включая возрастные, половые и эмоциональные особенности. В этой связи необходимо создание моделей пользователей, по которым можно проектировать или автоматически адаптировать специализированные и персонализированные интерактивные визуальные системы.

Основным критерием качества специализированных систем визуализации должен рассматриваться такой параметр, как адекватность в визуализации. Это параметр определяет те

свойства визуального языка, которые наилучшим образом обеспечивают решение конкретной прикладной проблемы данным пользователем или классом пользователей. Говоря об оценке адекватности в визуализации, необходимо рассматривать, такие характеристики, как восприятие визуального языка пользователем, точную интерпретацию этого языка и правильные реакции на запросы языка взаимодействия. Восприятие любого сообщения зависит от прошлого опыта и личных качеств отправителя и получателя, от контекста коммуникации и пр. На этом уровне следует рассматривать психологические аспекты процесса коммуникации, например, такие как проблемы восприятия и интерпретации сообщений, изучение вербальной и зрительной памяти, воздействия окружающей среды на воспринимающего сообщения и все те особенности, благодаря которым одно событие коммуникации отличается от другого при одном и том же классе символов [2].

Именно с этим связан наш интерес к исследованиям психологических и психофизических особенностей пользователей специализированных систем визуализации и визуального взаимодействия.

## 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В большинстве исследований, связанных с дисциплиной «Моделирование Пользователей» преобладает эмпирический подход к моделированию, при котором выдвинутые априори гипотезы и предположения проверяются затем в ходе практической реализации. Часто возникает ситуация, когда модель оценивается по простым экспериментам. Если экспериментальное использование показало положительный результат, то делается вывод, что сделанное предположение верно, а если отрицательный - то нет. При этом не учитываются привходящие факторы, например, качество конкретной программной реализации (чем, возможно, губятся некоторые хорошие идеи). Имеющиеся научные (психологические и психофизические) данные, как правило, в этих моделях во внимание не принимаются.

В тоже время специалистами в области компьютерной визуализации и психологии ведутся исследования особенностей восприятия и интерпретации тех или иных визуальных объектов в системах научной и информационной визуализации. (Смотри, например, [3-4].) Хотя рекомендации, которые можно сделать на основе этих исследований, достаточно очевидны, важным является уже факт подведения научного фундамента под разработки в области визуализации. Интерес представляют также сами методики исследования и оценки результатов.

Другой областью исследований, близкой к нам по изучаемым объектам, кажется инженерная психология [5-6]. Тут получены интересные и широко используемые на практике данные по проектированию эргономичных машин и устройств. Однако есть принципиальные отличия, которые не позволяют напрямую использовать эти результаты при моделировании пользователя. Объектом изучения инженерной психологии, как правило, является оператор. Задачей исследований в области инженерной психологии является обеспечение надежности и эффективности его действий, исходя из поставленной для него цели. Пользователь специализированных систем компьютерной визуализации решает некоторую исследовательскую задачу. Причем нельзя точно определить, что считать целью работы пользователя, достиг ли пользователь в процессе деятельности этой цели, что является критериями надежности и эффективности его работы. Эти вопросы не позволяют напрямую использовать инженерную психологию для описания деятельности пользователя компьютера в общем случае и пользователя системы визуализации в частности. Понятно, что текущая ситуация схожа с положением дел в самом начале развития инженерной психологии: есть потребность, но нет ни приемов, ни методик, ни теории. Предполагается, что методы инженерной психологии могут помочь и в нашем случае.

### 3. КОНКРЕТНЫЕ ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Общей целью наших исследований и разработок в области моделирования пользователей является получение данных для проектирования систем визуализации, подходящих к конкретному пользователю, решающему свои задачи, а также для динамической адаптации системы к изменениям состояния пользователя. В связи с этим требуется выработка систематического подхода к изучению психологических пользовательских характеристик таких, как цветовосприятие, приоритет визуального или звукового канала, восприятие движения на экране, восприятие абстрактных и конкретных символов, восприятие вербальной и графической информации и т.п. В идеале необходима возможность предсказания свойств пользователя по полученным его психологическим и психофизическим характеристикам.

На начальном этапе было решено создать методику для изучения предпочтения пользователей при работе с вербальной и графически представленной информацией. Внутри изучения этой проблемы сравнивалась работа с предельно подробными и условными рисунками. Таким образом, выяснялось, помогают или мешают детали пиктограмм при работе. Созданная методика должна применяться для тестирования конкретного пользователя с целью определения необходимых методов отображения данных для его эффективной работы. По сути идет проверка известного положения о стократном (или даже тысячекратном) предпочтении графических (визуальных) методов представления информации перед вербальными.

### 4. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Было принято решение остановиться на задаче «Исключение понятий» («убери лишнее»), которая заключается в том, что испытуемого просят из четырех слов или картинок убрать одно (одну), лишнее. Эта задача отвечает всем основным условиям и способна дать представление о реальных реакциях пользователя интерактивных компьютерных систем.

Первый субтест, «Слова», состоит из 10 вопросов, в каждом из которых испытуемому предлагается выбрать слово, которое он считает лишним среди трех оставшихся.

Второй субтест «Подробные картинки», состоит из картинок, сильно перегруженных подробностями и деталями.

Третий субтест, «Условные картинки» (или вернее «стилизованные картинки»), состоит из упрощенных картинок, где на каждой в условной форме изображен сам обозначаемый предмет.

Четвертый субтест, «Контурные картинки», состоит, из картинок, в которых по возможности оставлен минимум деталей. Если все предыдущие картинки - цветные, то последний субтест состоит только из черно-белых картинок.

Для проведения экспериментов была разработана программная система. Программная система состоит из трех частей. Первая – собственно тест, та часть, с которой будет работать испытуемый. Вторая часть предназначена для обработки результатов, и, наконец, третья часть – анализатор, с помощью которого экспериментатор сможет просмотреть все движения мыши, которые делал испытуемый, решая поставленную перед ним задачу, что позволяет проследить за действиями испытуемого, не влияя своим присутствием на его деятельность. Таким образом, программой создается фильм, фиксирующий движение мыши каждого испытуемого.

Проводилось тестирование нескольких десятков студентов различных факультетов Уральского Государственного Университета.

Поскольку при решении задач могут быть равно важны как точность восприятия и интерпретации деталей интерфейса, так и скорость действий пользователя, для каждого пользователя фиксировалось количество допущенных им ошибок за один субтест и время прохождения теста. (При этом испытуемых не ориентировали ни на качество выполнения заданий, ни на быстроту.) Кроме того, записывалась траектория движения мыши вместе с временными характеристиками движения. Были предприняты меры для преодоления возникающих при тестировании эффектов, например, эффекта последовательности.

По результатам тестирования можно сделать вывод, что наибольшую сложность для решения интеллектуальных задач при работе с компьютером представляет информация, поданная в виде картинок, сильно перегруженных деталями, следующие по сложности - чрезмерно упрощенные картинки, только затем слова, а наиболее легко распознаются картинки, выполненные в условной, но не обедненной деталями манере. Эти выводы, также как и выводы, касающиеся точности восприятия следует однако перепроверить на предмет возможной многозначности заданий.

При дальнейшем использовании полученных результатов в моделях пользователей возникает вопрос, есть ли связь между измеряемыми показателями и особенностями темперамента и интеллекта испытуемых. На части выборки были проведены дополнительные тесты по темпераменту и интеллекту. Их предварительный анализ не подтверждает гипотезу о связи вербального и невербального (визуального) интеллекта с предпочтениями при работе с вербальными или визуальными языками по ходу решения интеллектуальных задач. Особенности темперамента не влияют на эффективность работы. Однако, такой показатель, как тревожность связан с количеством (практически бесцельных) движений мышью по экрану, что, в свою очередь, не влияет на общую скорость решения задачи.

Проверка гипотез о степени информативности изображений различного типа, а также предварительные результаты тестирования особенностей пользователя показывают принципиальную достоверность нашей методики и ее общую применимость для дальнейших исследований.

## 5. ПЕРСПЕКТИВЫ

В самой постановке задачи о моделировании пользователей специализированных систем визуализации видно основное различие с моделированием пользователей в системах с массовым обслуживанием. По сути, в последнем случае используется бихевиористский подход к анализу активности пользователей компьютерных систем, тогда как в случае специализированных систем необходим учет активной деятельности отдельного человека.

В инженерно-психологических исследованиях сформировалось несколько подходов к анализу деятельности. Один из них направлен на выделение в «потоке деятельности» действий и операций, выяснение взаимосвязей и переходов между ними. При описании деятельности в русле этого подхода часто используются так называемые алгоритмические методы, методы структурного и статистического анализа. Эти методы дают возможность подойти к оценке психологической напряженности деятельности и степени разнообразия (или однообразия) выполняемых действий и операций. Во втором подходе деятельность описывается с точки зрения тех требований, которые при ее выполнении предъявляются к восприятию, вниманию, памяти, мышлению и т.д. По нашему мнению, данные подходы нужно попытаться применить и для анализа деятельности пользователя специализированных систем при решении ими задач анализа и интерпретации результатов компьютерного моделирования.

Отметим еще одну особенность постановки задачи на психологические исследования для нужд моделирования пользователей специализированных и персонализированных систем. Для решения (уникальных, а не универсальных) задач персонализации нужны пусть не статистически верные, но «посмертные» результаты, пусть приблизительные, но сделанные в динамике работы психологические рекомендации. Можно допустить даже какой-то процент ошибочных рекомендаций, отвергаемых пользователем, который продолжает решать свою задачу. Для этого, возможно, необходимо разрабатывать новую методологию, новые приемы тестирования и анализа. Представляется, что результаты исследований в области психологии и психофизики визуального взаимодействия с компьютером на следующем этапе смогут помочь в создании основ теории компьютерной визуализации.

## 6. ЛИТЕРАТУРА

- [1.] User Modeling and User-Adapted Interaction 11. Kluwer Academic Publishers, 2001.
- [2.] Черри К. О логике связи (синтактика, семантика, прагматика) // Инженерная психология. М. Прогресс. 1964. Стр. 226-266.
- [3.] Spence I., Kutlesa N., Rose D.L. Using Color to Code Quantity in Spatial Displays // Journal of Experimental Psychology: Applied, 1999, Vol. 5, No.4, 393-412.
- [4.] Spence I., Hollands J.G. The Discrimination of Graphical Elements // Applied Cognitive Psychology 15, 413-431.

[6.] Инженерная психология. М. Прогресс. 1964.

[7.] Душков Б.А., Королев А.В., Смирнов Б.А. Основы инженерной психологии. М. Академический Проект, Екатеринбург. Деловая книга. 2002.

## Об авторах

Авербух Владимир Лазаревич, заведующий сектором компьютерной визуализации ИММ УрО РАН, averbukh @ imm.uran.ru

Авербух Наталья Владимировна, студентка факультета психологии Уральского Государственного Университета

Перевалов Денис Сергеевич, младший научный сотрудник ИММ УрО РАН

Топорков Дмитрий Николаевич, аспирант ИММ УрО РАН

Топоркова Инна Владимировна, аспирант ИММ УрО РАН

## Problem definition for psychological grounding of user modeling during development of the specialized visual systems

### Abstract

In the article the Problem definition for psychological grounding of user modeling during development of the specialized visual systems is described

**Keywords:** User modeling, specialized visual interactive systems.

### About the authors

Vladimir L. Averbukh. Ph.D. head of the researcher's section of Institute for Mathematics and Mechanics Urals Branch of Russian Academy of Science. averbukh @ imm.uran.ru

Natalia Averbukh, student of psychology department of Urals State University

Denis Perevalov, researcher of Mathematics and Mechanics Urals Branch of Russian Academy of Science

Dmitry Toporkov, PhD student of Mathematics and Mechanics Urals Branch of Russian Academy of Science

Inna Toporkova, PhD student of Mathematics and Mechanics Urals Branch of Russian Academy of Science