

УДК 37.04:004.89

*Т. А. Фомина, Г. М. Новикова*

Российский Университет Дружбы Народов, Москва, e-mail: tafomina12@gmail.com, novikova-gm@rudn.ru

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ АДАПТИВНОГО ИНТЕРФЕЙСА ИС ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ**

**Ключевые слова:** образовательный процесс, цифровизация образования, адаптивный интерфейс, интеллектуальный интерфейс, мультиагентная система, модель пользователя.

В данной работе рассматриваются принципы проектирования адаптивных интерфейсов для информационных систем, сопровождающих образовательный процесс, в условиях динамичного изменения потребностей экономики. Авторы отмечают, что используемые информационные системы должны позволять работать с разными типами информации. Способы и методы представления информационного контента, сопровождающего деятельность образовательного учреждения, должны зависеть от характеристик пользователя, являющегося потребителем этого контента, и ситуационного контекста использования системы. В работе сформулированы основные требования к мультимедийным системам, позволяющим повысить эффективность образовательного процесса. Предложена структура модульного типа для адаптивного интерфейса информационной системы. В качестве примера приведена модель пользователя информационной системы общеобразовательной школы, предоставляющая информацию о нем для дальнейшей адаптации системы. Практическая ценность данного исследования заключается в возможности использовать предложенную структуру системы и модель пользователя при разработке реальной мультимедийной системы, сопровождающей образовательную деятельность. Сформулированные требования и положения носят общий характер и могут быть использованы при проектировании прикладных информационных систем в различных предметных областях народного хозяйства, обеспечивающих эффективное функционирование и управление организацией.

*T. A. Fomina, G. M. Novikova*

Peoples Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, e-mail: tafomina12@gmail.com, novikova\_gm@mail.ru

## **DESIGNING AN ADAPTIVE INTERFACE OF AN INFORMATION SYSTEM FOR SUPPORT OF EDUCATIONAL INSTITUTION'S ACTIVITIES**

**Keywords:** educational process, digitalization of education, adaptive interface, multiagent system, intelligent interface, user model.

The article deals with the principles of designing adaptive interfaces for information systems that accompany the educational process in the conditions of dynamic changes in the needs of the economy. The authors note that the information systems should allow working with different types of information. Ways and methods of presenting information content that accompanies the activities of an educational institution should depend on the characteristics of the user who is a consumer of this content, and the situational context of using the system. In this paper, the main requirements for multimedia systems to improve the effectiveness of the educational process are formulated. A modular structure for the adaptive interface of an information system is proposed. As an example a model of the user of the information system of a secondary school, which provides information about him for further adaptation of the system, has been developed. The practical value of this research is the possibility to use the proposed system structure and user model in the development of a real multimedia system that accompanies educational activities. The requirements and regulations that have been formed are general in nature and can be used in the design of applied information systems in various subject areas of the national economy ensuring the effective functioning and management of the organization.

### **Введение**

В современном мире цифровое сопровождение образовательной деятельности является неотъемлемой частью эффективного обучения подрастающего поколения. Мультимедийные технологии обогащают учебный процесс, максимально вовлекая

учеников в поглощение и восприятие информации. Особую важность приобретает обеспечение равного доступа к информационным технологиям высочайшего качества для всех категорий обучающихся.

Основная проблема использования мультимедийной системы в учебном

процессе заключается в том, что характеристики разных пользователей существенно различаются даже в пределах одной категории, что в свою очередь накладывает ряд ограничений на использование ими системы в полном объеме.

В качестве ключевого решения предлагается внедрение гибкой информационно-коммуникационной среды для педагогического состава, персонала, учеников и родителей, основанной на совокупности стационарных и мобильных устройств с реализацией адаптивного пользовательского интерфейса, подстраивающегося под характеристики пользователя и стоящих перед ним задач. При создании адаптивного интерфейса учитывается ситуационный контекст работы с информационной системой.

### **Цель исследования**

В условиях глобализации и цифровизации современного общества нельзя не оценить влияние внедрения информационных процессов и систем на различные сферы экономической деятельности человека. Образование занимает особое место в системе общественного производства, подготавливая квалифицированную рабочую силу для всех отраслей народного хозяйства.

Исследование приобретает особую важность в связи с тем, что рассматриваемая отрасль практически полностью существует в парадигме государственной экономики. Так, на реализацию национального проекта «Образование» [1] в 2019-2024 годах выделено более 784 млрд. рублей. Более десятой части этих средств направлено на реализацию федерального проекта «Цифровая образовательная среда». Очевидно, что при таких расходах цифровые продукты должны соответствовать новейшим трендам развития информационных технологий. Одним из них является адаптация образовательных продуктов под динамику изменений потребностей экономики, которые требуют формирования новых компетенций у обучающихся.

Целью настоящего исследования является: разработка концепции создания адаптивных пользовательских интерфейсов с применением мультиагентного подхода для мультимедийных систем, используемых в области образования.

Для осуществления данной цели были поставлены следующие задачи:

- провести анализ и переосмыслить понятие и принципы применения мультиагентного подхода для создания информационных систем в области образования;
- разработать структуру адаптивного пользовательского интерфейса для мультимедийной системы в области образования;
- сформулировать подход к хранению знаний о пользователе мультимедийной системы с адаптивным интерфейсом.

### **Материал и методы исследования**

Концепция построения адаптивных интерфейсов для мультимедийной системы в области образования была исследована не только с точки зрения прикладных информационных систем, но и таких дисциплин, как психология и педагогика, эргономика, организационное поведение и других.

В основе работы лежит анализ исследований, посвященных созданию пользовательских интерфейсов [2-3], использованию мультиагентного подхода [4-6], текущему уровню цифровизации в современном образовании [7]. Построена модель структуры адаптивного интерфейса и модель пользователя для мультимедийной системы в области образования.

### **Построение мультимедийной системы на базе мультиагентных технологий**

Сегодня мультиагентный подход активно используется при создании интеллектуальных информационных систем. Агент в такой системе – это программная или программно-аппаратная сущность, способная принимать информацию из внешней среды и реагировать на изменение контекста этой среды. Агент общается с себе подобными агентами для достижения общих или личных целей, подстраиваясь под возмущения внешней среды и решая поставленные перед ним задачи.

Как правило, в многоагентных системах исследуются «искусственные агенты» (например, программные агенты, роботы, коллективы автоматов и т.д.). Но люди или группы людей (так называемые «натуральные агенты») также

могут быть рассмотрены как самостоятельные агенты.

Архитектура мультиагентной системы предполагает разбиение комплекса поставленных задач на небольшие типовые подзадачи. Для инициации и запуска в исполнение конкретной подзадачи необходимо либо возникновение определенного события (в случае, если инициация подзадачи заложена по сценарию), либо наступление определенного времени (в случае, если инициация подзадачи заложена по расписанию).

Основной характерной чертой мультиагентной системы является возможность одновременно работать с разными типами информации. В то же время, в учебном процессе для передачи знаний задействованы разные каналы связи, не только текст и изображения, но и аудио и видео сопровождение.

Исследования психологов говорят о разном способе усвоения информации у разных категорий людей [8]. Так, среднестатистический человек воспринимает информацию с помощью различных каналов восприятия по-разному. И даже несмотря на то, что у каждого отдельно взятого человека каналы восприятия развиты по-своему, общее распределение примерно одинаково. Так, согласно данным различных исследований, до 65% информации человек воспринимает с помощью зрения, а до 20% – на слух. Оставшееся количество распределяется на тактильные, обонятельные и вкусовые рецепторы. Таким образом, для более качественного восприятия информации способы ее передачи должны взаимодополнять друг друга.

Помимо восприятия информации влияние на конечное получение знаний оказывает также запоминание или

усвоение информации. В этом случае существенную роль играют не только и не столько каналы восприятия информации, но и состояние человека (расслаблен он в данный момент или находится в состоянии стресса), а также наличие у него первичных знаний по данной теме или области (человек видит информацию впервые – учит или повторяет ранее изученные знания). Внутреннее психоэмоциональное состояние, наличие мотивации, а также персонифицированный подход к освоению информации также является значимым при получении знаний.

Таким образом, несмотря на значимость канала взаимодействия, на финальное усвоение информации оказывает влияние не только канал связи, но и другие факторы, описывающее взаимодействие в процессе передачи/получения информации (рис. 1).

Выстраивание такого рода информационного взаимодействия в учебном процессе требует использования мультимедийных систем, позволяющих охватить различные категории пользователей, обладающих определенными характеристиками. Мультимедийной может быть названа любая система, взаимодействующая с пользователем посредством нескольких способов и каналов передачи информации. Сюда относится не только передача информации через текст, изображения, звук и видео, но также возможность интерактивного взаимодействия с системой. Наиболее современные мультимедийные системы позволяют использовать инновационные способы взаимодействия человека с компьютером, включая альтернативную и виртуальную реальность [9].

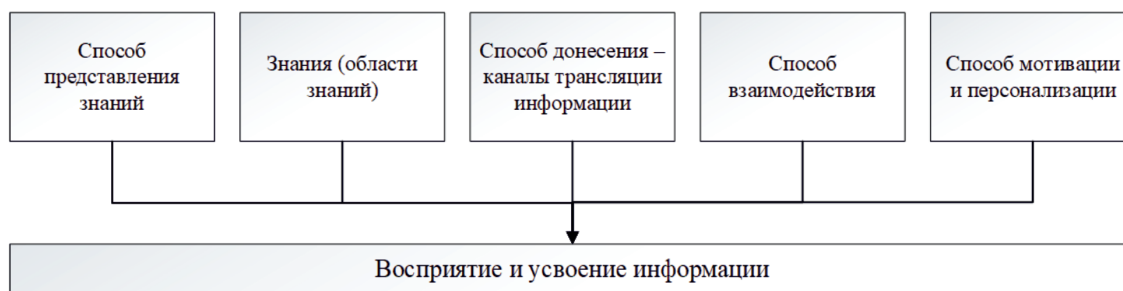


Рис. 1. Факторы, влияющие на восприятие и усвоение информации

Текущее развитие мультимедийных систем достигло такого уровня, что возможна не только трансляция информации, но и централизованное и децентрализованное управление потоками этой информацией. Более того, современные мультимедийные системы способны выстраивать управление собственной работой. Такие мультимедийные системы принято считать более продвинутым уровнем и называть интеллектуальными.

При построении мультимедийных систем можно выделить несколько глобальных принципов:

- использование комбинации множества средств представления информации, воспринимаемых человеком;
- распределение информационного контента на различные носители и источники информации;
- интерактивность взаимодействия пользователя с системой;
- интеграция мультимедийной системы в глобальное информационное пространство;
- обеспечение надежного и длительного хранения больших объемов данных, в том числе слабоструктурированной информации (Big Data);
- адаптивность к личным особенностям пользователя.

Реализация принципа адаптивности мультимедийной системы к личным особенностям пользователя подразумевает создание адаптивного интерфейса, гибко подстраивающегося под конкретного пользователя и контекст использования, что, в свою очередь, соответствует реализации мультиагентного подхода в образовательных процессах. Таким образом, можно сказать, что реализация адаптивных интерфейсов соответствует созданию мультиагентной системы в области образования.

### **Основы создания адаптивного интеллектуального интерфейса**

Традиционно взаимодействие педагогического состава школы и родителей учеников происходит посредством телефонной связи. Постепенно на смену голосовому общению пришло взаимодействие посредством групповых и личных чатов с преподавателями. Однако, по мере внедрения цифровых технологий в образовательный процесс проис-

ходит постепенный переход к единым информационным системам в образовательных организациях. Вместе с тем происходит закономерное усложнение интерфейсов используемых информационных систем в связи с развитием предоставляемых ими сервисов. Не случайно в современных информационных системах особое внимание уделяется скорости отображения информации и принципам комфортного взаимодействия пользователя со средой.

Существует мнение, что использование привычных шаблонов интерфейсов значительно упрощает работу конечного пользователя с проектируемой системой. В то же время отличительная особенность образовательной среды: наличие участников с разным уровнем развития и постепенное повышение этого уровня у отдельно взятого участника в процессе обучения. Например, значительно отличаются скорость и способы восприятия информации первоклассника и старшеклассника.

В стандартном случае, каждому потребителю знаний необходимо подстраиваться под имеющийся готовый интерфейс взаимодействия. Методы и средства адаптации пользователя к системе в основном основаны на обучении пользователя. [3] Такой подход заставляет вводить дополнительные занятия по освоению используемой информационной системы в учебный процесс, что нежелательно ввиду и без того сильной информационной перегруженности школьников и учителей.

На адаптацию пользователя к отображаемому интерфейсу влияют его психофизиологические характеристики, текущее поведение и состояние. Все это необходимо учитывать при организации взаимодействия пользователя с системой. Так, некомфортный для пользователя интерфейс ухудшает скорость и эффективность восприятия информации, а в ряде случаев также может оказывать негативное влияние на ряд его психофизиологических характеристик. Например, некорректное расположение компонентов интерфейса на экране приведет к скачкообразному движению глаз, что в свою очередь повлечет быструю утомляемость и снижение способности восприятия информационного потока.



Таким образом, необходимо отойти от привычной адаптации пользователя к системе (путем обучения ее использованию) в сторону адаптации самого интерфейса под цели, задачи и характеристики конкретного пользователя в режиме реального времени.

Адаптивный пользовательский интерфейс – это совокупность программных и технических средств, позволяющих пользователю наиболее эффективно использовать все возможности информационно системы путем автоматической подстройки интерфейса под конкретного пользователя. [2] Функциональные возможности самой системы и параметры такого интерфейса могут настраиваться либо вручную самим пользователем, либо автоматически системой на основании имеющейся о нем информации. Поэтому особо важно различать адаптивный и адаптируемый интерфейс ИС.

Ключевое отличие адаптируемых систем заключается в том, что любая адаптация является предопределенной. Т.е. пользователь может изменить настройки адаптации перед запуском системы. В адаптивных же системах такая настройка является динамическим процессом. Это подразумевает, что выполнение настройки интерфейса происходит при взаимодействии пользователя с системой в реальном времени и зависит от его поведения.

Большая проблема, которую несет в себе использование адаптивного пользовательского интерфейса – возможное возникновение у пользователя чувства потери контроля над ситуацией. В адаптивной же системе возможным является возникновение некоторых неточностей в предсказании желаний и поведения пользователя, что в свою очередь может вызвать эффект явной или подсознательной враждебности со стороны пользователя системы.

Решение, способное избежать возникновения указанных проблем при использовании в системе адаптивного интерфейса, – предоставить пользователю свободу управления системой, что является разумным компромиссом адаптации и адаптивности. При таком подходе система должна спрашивать пользователя в режиме живого диалога о принятии того или иного варианта адаптации.

Пользователь же имеет полное право принять или отклонить предложенные адаптационные изменения. Недостаток предложенного решения заключается в избыточности действий по одобрению и отклонению адаптаций для пользователей, работающих в рамках жестких временных ограничений. Однако, для рассматриваемой предметной области это не является критичным недостатком, так как большая часть пользователей будет работать с системой без жестких ограничений по времени.

Определим набор требований, выполнение которых необходимо для создания адаптивного пользовательского интерфейса:

- необходимо определить методы получения и накопления знаний о пользователе и процессе его взаимодействия с системой;

- информация о пользователе, требуемая для реализации адаптационных схем интерфейса, должна быть представлена в виде модели пользователя информационной системы (далее – МП);

- коррекция МП должна быть обеспечена путем использования механизмов тестирования, обучения и самообучения системы;

- адаптивный пользовательский интерфейс должен состоять из двух частей: базовой (неизменной) и адаптивной частей;

- для практического использования и соответствия требованиям универсальности адаптивный интерфейс должен иметь модульную структуру, которая предусматривает возможность настройки отдельных модулей и компонент системы;

- база знаний о пользователях системы должна постоянно пополняться и поддерживаться в актуальном состоянии.

Разделение интерфейса на неизменяемую и адаптивную части позволяет в значительной мере типизировать адаптивный интерфейс и упростить его реализацию. На рис. 2 представлена концептуальная схема архитектуры модульного адаптивного интерфейса, являющегося каналом взаимодействия между пользователем и системой.

Неизменная часть интерфейса – это часть системы, имеющая жесткий сце-

нарий своего поведения по отношению к пользователю. Неизменная часть является неким обрамлением, базовым и опорным модулем основной (адаптивной) части, благодаря которой происходит инициализация, поддержка, обмен данными и завершение работы адаптивной части.

Адаптивная часть интерфейса – является ключевой частью интерфейса и отличается от неизменной наличием множества разнообразных сценариев своего поведения по отношению к пользователю. Адаптивная часть базируется на неизменной части и поддерживается ею в своей работе, инициализируется ею, извлекает из нее необходимые данные.

В адаптивной части интерфейса для информационной системы модель пользователя индивидуальна: диалоговая структура и способы отображения информации зависят от определенных параметров и показателей. Такими показателями может быть уровень развития пользователя или, например, состояние окружающей среды (температура в школе, безопасность среды для сотрудников и учащихся и многое другое).

Использование агентных технологий является перспективным направлением развития концепции построения пользовательских интерфейсов. Адаптивный интерфейс на базе мультиагентной системы позволяет создавать единую интегрированную инфокоммуникационную среду, поддерживающую разнообразные сценарии человеко-машинного диалога. В основе формирования грамматики такого рода взаимодействия должна лежать онтологическая модель предметной области. Преимущество использования интерфейсных агентов при выстраивании диалога с пользователем заключается в возможности параллельного выполнения целого ряда разноплановых задач, включая корректировку или даже блокировку ошибочных действий пользователя, благодаря интеллектуальному анализу, проведенному самими агентами. Таким образом, адаптивный интерфейс можно рассматривать как интеллектуальный интерфейс информационной системы.

Значимым преимуществом интеллектуального интерфейса является обеспечение естественного диалога с пользователем, т.е. общение с ним на понятном

ему языке и с использованием понятной ему терминологией. Принято считать, наиболее естественный и легкий для человека способ взаимодействия с компьютером будет достигнут тогда, когда они оба смогут общаться друг с другом на естественном для человека языке без каких-либо ограничений. Имеется ввиду, что и компьютер будет понимать и воспринимать все фразы, сказанные в его адрес человеком, и у человека будет возникать ощущение, будто он общается с себе подобным, а не с компьютером.

До сих пор основным информационным каналом для пользователя является визуальный. Тем не менее, наиболее естественным для человека принято считать разговорный (или, как принято его называть, голосовой) интерфейс. Разговор между человеком и компьютером посредством речи может дополнять, а в ряде случаев и исключать, использование визуального интерфейса взаимодействия, что, в свою очередь, разгружает нервную систему пользователя. Использование голосового интерфейса в ИС, поддерживающей учебный процесс, было бы наиболее правильным решением при выстраивании диалога между информационной системой и пользователем – учеником младших классов. Причина этого кроется в слабом уровне восприятия ребенком текста, представленного в графическом виде. При этом полный переход от визуального к аудио-контенту не является необходимым в связи с большей усвояемостью именно визуальной информации.

#### **Создание модели пользователя для реализации адаптивного интерфейса**

Итак, согласно концепции адаптивного интерфейса, ключевым модулем в его адаптивной части является блок интеллектуальной обработки знаний о пользователях. В рамках концепции адаптивности интерфейса при разработке информационной системы пользователь такой ИС является плохоформализованным объектом. Пользователь системы – это источник и потребитель информации, использующий систему и создающий потоки сообщений различного вида и назначения. Сложность пользователя как объекта определяется его многогранностью, а также слабой связанностью его характеристик. [10]

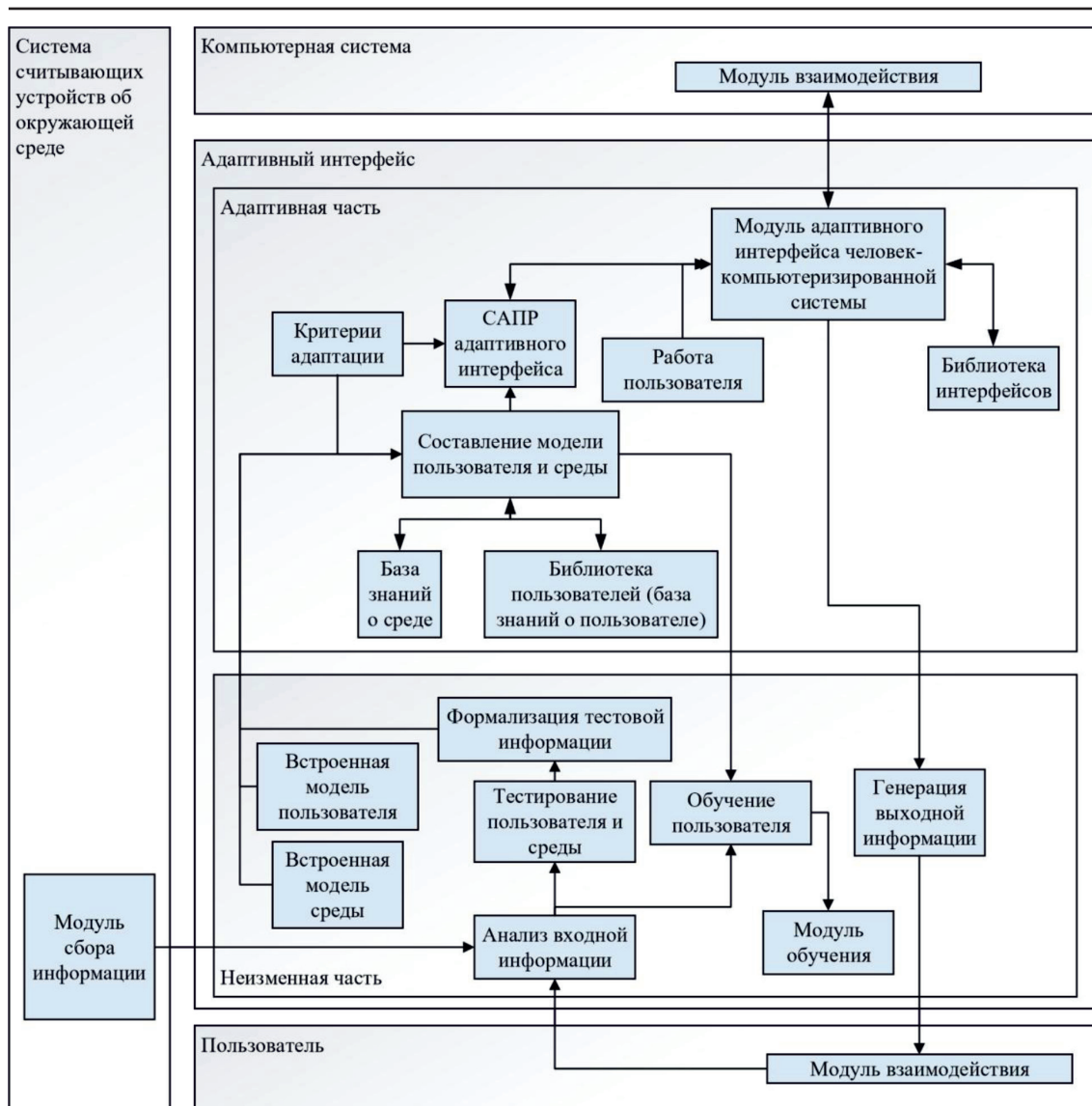


Рис. 2. Модульная структура адаптивного интерфейса

Для выделения адапционных схем интерфейса мультимедийной системы пользователь может быть представлен, с одной стороны, как набор параметров, требований и критериев, а с другой – как взаимосвязь этих параметров и ситуационного контекста. Для того, чтобы провести классификацию ролей пользователей, необходимо упорядочить и разработать схемы соотношения параметров пользователя и результирующего поведения в различных условиях.

На рис. 3 предложена структура модели пользователя информационной системы для общеобразовательной школы.

В основе модели пользователя школьной информационной системы лежат различные характеристики (основные и специфические) самого пользователя. Кроме того, для формирования модели пользователя информационной системы, можно выделить следующие характеристики контекста использования:

- используемое устройство (мобильный телефон, стационарный ПК и т.д.);
- мобильность пользователя или скорость движения пользователя в пространстве (пользователь в данный момент перемещается по территории школы или находится на одном месте);



Рис. 3. Модель пользователя информационной системы для общеобразовательной школы

- уровень освещенности в помещении;
- оперативная информация о ситуации в школе в целом;
- личная информация о пользователе (например, успеваемость для ученика, график работы сотрудника и т.д.).

Список характеристик, влияющих на конечные ожидания пользователя от интерфейса сформирован эмпирическим путем, поэтому допустимо его расширение или уточнение после проведения дополнительного анализа предметной области.

Некоторые параметры (возраст, должность и т.д.) могут быть заранее настроены для каждого пользователя системы. Для систематического сбора других (например, уровня ИКТ-грамотности или скорости чтения) можно подключить педагога-психолога или классных руководителей. Также можно настроить датчики для сбора информации в рамках самой системы (так, в автоматическом режиме можно обновлять информацию об используемом устройстве или скорости движения устройства). Наконец, некоторые специфические характеристики, такие как настроение в каждый конкретный момент времени, пользователи могут заполнять самостоятельно путем голосования в опросах и т.п.

Каждая характеристика в рамках модели имеет определенную шкалу для

оценки, значение в пределах от 0 до 1, и вес этой характеристики в общем итоге (или критерий значимости характеристики). Критерии значимости характеристик должны быть заданы при разработке системы, а в дальнейшем при эксплуатации могут быть изменены администратором системы. Наконец, на использование системы пользователем могут накладываться ограничения существующих нормативных актов (локальных, региональных и федеральных), технические ограничения системы и т.д. – что тоже повлияет на конечную модель пользователя.

Выделенные параметры способны задавать дальнейшее направление для адаптации интерфейса системы. Так, некоторые характеристики оказывают влияние на визуальное оформление интерфейса и настройки голоса в разговорном интерфейсе, т.е. создают основу для эмоционального фона пользователя при работе с интерфейсом. Можно смело сказать, что такие характеристики являются второстепенными, хотя бы потому что адаптационные схемы и результирующие интерфейсы будут субъективно зависеть от дизайнера-проектировщика. Наиболее значимыми являются характеристики, отвечающие за распределение функциональных блоков на экране и количества смысловой информации в них.



### Заключение

Информатизация затрагивает различные сферы человеческой деятельности, с внедрением информационных процессов и систем происходят большие изменения и в области образования. Особенно это отражается в переводе образовательной среды в режим дистанционного обучения, персонализации образования, а главное – адаптации образовательных продуктов под текущее состояние экономической среды и потребности обучающихся.

Адаптивный интерфейс, состоящий из базовой неизменной и адаптивной, основанной на обработке модели пользователя системы, частях соответствует внедрению мультиагентного подхода в образовательных процессах.

В контексте использования адаптивного интерфейса в образовании актуальным является разработка краудсорсинговых

платформ для размещения знаний. Использование краудсорсинговых платформ само по себе может существенно повысить качество и широту распространения знаний [11, 12]. В то же время, свойства адаптивного интерфейса позволяют гибко настраивать пользователя на работу с такими платформами, а платформы на взаимодействие с различными категориями пользователей. При создании такого рода платформ реализация адаптивного интерфейса на базе мультиагентной системы позволит говорить о создании интеллектуальных краудсорсинговых систем. Адаптивный интерфейс может настраиваться на текущий статус пользователя краудсорсинговой платформы, поддерживая его индивидуальную траекторию образования. Кроме того, адаптивный интерфейс необходим при реализации персональных стратегий обучения.

### Библиографический список

1. Министерство просвещения Российской Федерации. Национальный проект «Образование». URL: <https://edu.gov.ru/national-project> (дата обращения: 22.05.2020).
2. Исмагилова И.М., Валеев С.С. Построение динамических адаптивных интерфейсов информационно-управляющих систем на основе методов искусственного интеллекта // Вестник УГАТУ. 2018. № 2 (80). С. 122–130. URL: <http://journal.ugatu.ac.ru/index.php/Vestnik/article/view/309> (дата обращения: 22.05.2020).
3. Ходаков В.Е., Ходаков Д.В.: Адаптивный пользовательский интерфейс: проблемы построения // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. 2003. № 1 (11). С. 45–57. URL: <http://aaecs.org/hodakov.html> (дата обращения: 22.05.2020).
4. Novikova G.M., Azofeifa E.J.: Domain Theory Verification Using Multi-agent Systems // In: *Procedia Computer Science 2017*. 2017. P. 120-125.
5. Фомина Т.А. Принципы применения многоагентных систем для организации работы в компании // Сборник: Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2019) Сборник научных трудов XXII Международной научной конференции. В 3-х томах. Под научной редакцией Ю.Ф. Тельнова. 2019. С. 259-265.
6. Петрин К.В., Теряев Е.Д., Филимонов А.Б., Филимонов Н.Б.: Мультиагентные технологии в эргатических системах управления // Известия ЮФУ. Технические науки. 2010. № 3(104). С. 7–13. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/multiagentnye-tehnologii-v-ergaticheskikh-sistemah-upravleniya/viewer> (дата обращения: 22.05.2020).
7. Эдмонд Г. Цифровая трансформация школьного образования. Международный опыт, тренды, глобальные рекомендации // Современная аналитика образования. 2019. № 2 (23). С. 12-102.
8. Сорокова М.Г., Ермаков С.С. Гендерные особенности развития интеллекта учеников VI-X классов // Психологическая наука и образование [www.psyedu.ru](http://www.psyedu.ru). 2014. Т. 6. № 4. С. 56-70.
9. Sochenkova A., Podzharaya N., Trofimov P., Novikova G.: Design and implementation of information retrieval mechanism for the virtual museum creation // Сборник: 2018 7th Mediterranean Conference on Embedded Computing, MECO 2018 – Including ECYPS 2018, Proceedings 7. 2018. P. 1-4.
10. Смирнова А.: Разработка модели пользователя информационных сетей как плохоформализованного объекта // International Journal «Information Models and Analyses». 2013. Vol. 2. URL: <http://www.foibg.com/ijima/vol02/ijima02-03-p10.pdf> (дата обращения: 22.05.2020).
11. Новикова Г.М., Азофейфа Гомез Э. Development of a crowdsourcing multiagent system for knowledge extraction // Искусственный интеллект и принятие решений. 2020. № 1. С. 40-48.
12. Azofeifa E.J., Novikova G.M. VUZ: A Crowdsourced Framework for Scalable Interdisciplinary Curriculum Design. In: 2018 IV International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino). 2018. P. 1-6.