

УДК 004.5

DOI 10.34822/1999-7604-2021-2-17-23

ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ С ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ В РАМКАХ ПОЛУЧЕНИЯ УСЛУГИ ИНФОРМАЦИОННОГО СЕРВИСА

П. А. Курта^{1✉}, М. В. Буйневич²

¹ Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, Россия

² Санкт-Петербургский университет государственной противопожарной службы
МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ E-mail: expert@kurta.ru

Исследуется взаимодействие пользователя с информационной системой в процессе решения различных задач в рамках предоставляемой информационным сервисом услуги. Проведен обзор существующих моделей, наиболее близких к данной предметной области. Обоснована необходимость использования онтологической модели, определяющей данный процесс, участвующие в нем объекты и их взаимосвязь. Предложена оригинальная авторская онтологическая модель, разработан понятийный аппарат, взаимосвязи и представление элементов в графическом и табличном виде (пользователь, задача, информационный сервис, запросный сервис, управляющий сервис, игровой сервис, информационная система, база данных, взаимодействие, схема, модель, сценарий, интерфейс, форма, графический элемент). Определены пути дальнейшего исследования и практического применения полученных результатов.

Ключевые слова: информационный сервис, информационная система, взаимодействие, интерфейс, онтология, модель.

ONTOLOGICAL MODEL OF USER INTERACTION FOR THE PURPOSE OF RECEIVING INFORMATION SERVICE

P. A. Kurta^{1✉}, M. V. Buinevich²

¹ Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications,
Saint Petersburg, Russia

² Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia,
Saint Petersburg, Russia

✉ E-mail: expert@kurta.ru

The interaction of the user with the information system in the process of solving various tasks within the service provided by the information service is investigated. The use of an ontological model, objects participating in it, and their interconnections are substantiated. For this, an overview of similar existing models to the subject area is used. An original author's ontological model is proposed. It introduces the basic concepts such as a user, task, information service, request service, control service, game service, information system, database, interaction, scheme, model, script, interface, form, graphic element. The nesting of model elements into each other and interaction between them is indicated. The model is depicted in graphical and tabular form. The ways of further research and application predictions of the results are determined.

Keywords: information service, information system, interaction, interface, ontology, model.

Введение

В век глобальной информатизации [1] и индустриализации 4.0 на базе повсеместной автоматизации [2] графические интерфейсы стали неотъемлемой частью современного об-

щества, обеспечивая взаимодействие пользователей с информационными системами (ИС) в процессе решения необходимых задач [3–4]. Как следствие, появилась потребность во всестороннем исследовании таких взаимодействий, например, в целях разработки формул для количественных оценок их эффективности [5] или проверки корректности применяемых протоколов [6]. Поскольку само понятие «интерфейс» несет существенную долю субъективности и достаточно сложно формализуется, построение онтологической модели взаимодействия требует прежде всего определения основных понятий ИС, их свойств и взаимосвязей. Такая модель ИС, представленная в графическом и табличном виде, позволит делать логически обоснованные выводы и ставить четко формулируемые задачи организации взаимодействия пользователей и ИС.

Материал и методы

Проведен краткий обзор моделей интерфейса и анализ существующих работ о процессах моделирования взаимодействия пользователя с ИС для синтеза онтологической модели с последующим ее представлением в графическом и табличном виде. Такая формализация позволит применять различные математические аппараты для решения поставленных задач в терминах модели.

В [7] решается задача создания интерфейсов, обладающих свойством адаптивности. Данное свойство достигается учетом особенностей пользователя и контекста задачи, а также созданием собственной онтологической модели как пересечения предметной области и пользовательского интерфейса. Работа [8] решает подобную задачу, но при помощи создания ментальной модели пользователя. В [9] даны предложения по модификации модели интерфейса; в частности, структура интерфейса представлена графом, описывающим переходы между формами, которые содержат графические элементы (кнопки, таблицы, выпадающие списки и т. п.). Частично совпадает с принципами, описанными этой в работе, взаимодействие пользователя с элементами ИС с помощью конечного автомата в [10]. Авторы [11] предлагают включать пользователя в процесс построения интерфейса путем описания его деятельности в предметной области для максимального учета его потребностей.

Учитывая приведенные способы построения моделей интерфейса, их можно рассматривать как частные случаи некоей единой (или обобщающей), но отсутствующей на данный момент модели, которую необходимо синтезировать.

Результаты

Разработана онтологическая модель взаимодействия ИС и пользователя, формы ее представления, основные понятия ее предметной области, их свойства и взаимосвязи с учетом анализа существующих моделей, а также на основании предыдущих собственных исследований [12–14].

Графический вид модели

Онтологическая модель в графическом виде представлена на рис. 1. Модель описывает решение пользователем определенной задачи с помощью базы данных ИС как части информационного сервиса [15]; сервис в данном случае предоставляет услугу по решению определенной задачи для произвольного числа клиентов. Для этого пользователь обменивается данными с формами и элементами интерфейса, передавая им начальные условия и получая требуемый результат. Предполагается, что информационный сервис относится к одному из 3 классов (запросный, игровой, управляющий) и имеет одну из реализаций согласно представленной схеме (рис. 1).

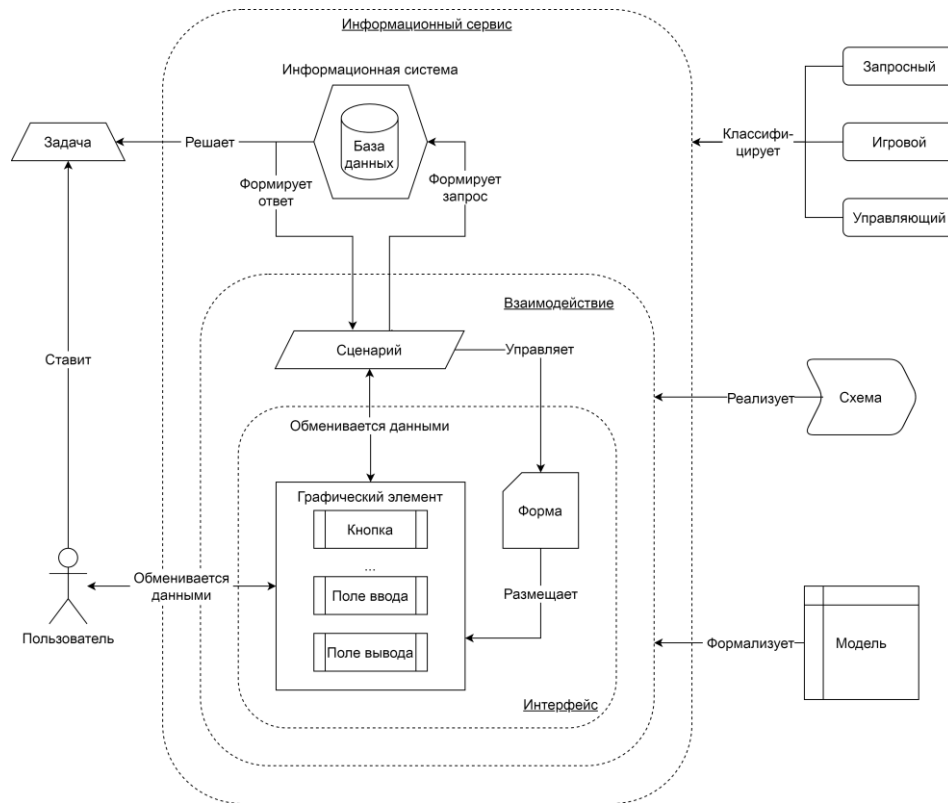


Рис. 1. Онтологическая модель взаимодействия пользователя с информационной системой посредством интерфейса (графический вид)

Примечание: составлено авторами.

Описание элементов

Опишем элементы модели и их взаимосвязь более подробно, используя тривиальный пример в виде вычисления информационным сервисом математических операций над двумя числами (аналог простейшего калькулятора), и введем обозначение элементов – ЭN, где Э – элемент, N – порядковый идентификатор элемента.

Пользователь (Э1) – основной потребитель услуг информационного сервиса, поскольку ставит для последнего необходимую для решения задачу. Пользователем может выступать как субъект, так и информационный автоматизированный процесс.

Задача (Э2) – некоторое действие (в контексте текущей предметной области – информационное), выполнение которого *Пользователь* возлагает на информационный сервис. Например, пользователь может поставить задачу вычисления выражения «2 + 3».

Информационный сервис (Э3) – средство (комплекс средств), принимающее на вход определенную *Задачу* и имеющее в своем составе набор алгоритмов для ее решения. К *Информационному сервису* можно отнести следующие классы сервисов: запросный, игровой и управляющий. Например, сервис может представлять собой программную реализацию калькулятора, реагирующего исключительно на запросы пользователя.

Запросный сервис (Э4) – класс *Информационного сервиса*, непосредственно отвечающего на запросы *Пользователя*, который в данном случае является инициатором взаимодействия. К такому классу сервисов также может быть отнесен, например, калькулятор, который выполняет свою работу только при вводе данных *Пользователем* и получении команды на вычисление.

Управляющий сервис (Э5) – класс *Информационного сервиса*, альтернативный *Запросному сервису*, поскольку инициатором взаимодействия является он сам [16]. Например, к данному классу сервисов относится большинство систем автоматизации жизнедеятельности человека в концепции «Умного дома», когда система сама стремится повысить безопасность

и комфорт жилых помещений, чаще всего запрашивая от *Пользователя* только корректировку или подтверждение.

Игровой сервис (Э6) – промежуточное звено между *Запросным* и *Управляющим сервисами*. В данном случае инициатором взаимодействий в равной степени может выступать как *Пользователь*, так и сам сервис, а взаимодействие происходит по установленным независимо от участников правилам, т. е. используется заданная логика и определенный набор данных (например, как в любом игровом автомате).

Информационная система (Э7) – основная часть (на данном уровне абстракции) *Информационного сервиса*, которая предназначена для непосредственного решения *Задачи Пользователя*. Например, в случае калькулятора *Информационная система* будет содержать набор математических операций над числами, а также вывод ошибок (в частности, для случая деления на 0).

База данных (Э8) – часть *Информационной системы* для хранения данных, используемых в решениях поступающих *Задач*. Может содержать символы математических операций, коды ошибок, комментарии для *Пользователя* на разных языках и т. п.

Взаимодействие (Э9) – часть *Информационного сервиса* для обеспечения процесса обмена между *Информационной системой* и *Пользователем*. Примером взаимодействия является последовательный процесс ввода чисел, математической операции над ними, отправки команды начала вычисления и получения результата.

Схема (Э10) – это *Взаимодействие* определенным способом с *Пользователем* в процессе обмена данными. Например, весь интерфейс калькулятора (поля ввода/вывода и кнопки вычисления) можно расположить на одной графической форме (высокоплотное размещение элементов), или же для каждой операции будут использованы отдельные формы (низкоплотное размещение).

Модель (Э11) представляет собой некое обобщенное представление *Взаимодействия* – т. е. формализует его, определяя составные части, используемые при решении конкретной *Задачи Информационным сервисом*, и их взаимосвязь [17–19]. В случае калькулятора *Модель* может описывать формы интерфейса, их графические элементы и логику переходов между ними.

Сценарий (Э12) определяет логику, согласно которой *Пользователь* может обмениваться данными с интерфейсом в процессе *Взаимодействия*. *Сценарий* управляет формами *Интерфейса*, формирует запросы в *Информационную систему*, которая на это формирует ответ с результатом обработки *Запроса*. В случае калькулятора *Сценарий* может поддерживать последовательность отображения форм и условия их активации, а также обеспечивать обмен *Запросами* и ответами с *Информационной системой*.

Интерфейс (Э13) – основной объект, с которым *Пользователь* общается, т. е. обменивается данными посредством графических элементов в процессе *Взаимодействия*: вводит числа, выбирает математическую операцию над ними и нажимает кнопку начала вычисления.

Форма (Э14) – основная часть *Интерфейса*, размещающая графические элементы. Например, калькулятор, *Взаимодействие* в котором реализовано по высокоплотной схеме элементов, будет состоять из одной *Формы*, включающей оба поля для ввода данных, кнопку вычисления и поле для вывода результата.

Элементы (Э15) – часть *Интерфейса*, обеспечивающая «атомарный» (т. е. максимально детализируемый) уровень *Взаимодействия* с *Пользователем*. К ним можно отнести [20]: «кнопку» – выполняет действие перехода к следующей *Форме* или запуск ветки *Сценария* с вычислениями; «поле ввода» – для передачи данных от *Пользователя* в *Сценарий*; «поле вывода» – используется *Сценарием* для отображения результатов вычисления. Например, калькулятор может иметь два поля ввода операндов, поле выбора математической операции, поле вывода результата вычисления и кнопку запуска вычисления.

Табличный вид модели

Поскольку Модель (Э11) представляет собой граф (имеющий вложенные друг в друга части, например Интерфейс (Э13) во Взаимодействии (Э9), а Взаимодействие (Э9) – в Информационном сервисе (Э3)), ребра которого содержат обозначение Элементов (Э15), возможно представить онтологическую модель ИС в табличной форме (табл. 1).

Таблица 1

**Онтологическая модель взаимодействия пользователя
с информационной системой посредством интерфейса**

Код	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5	Э6	Э7	Э8	Э9	Э10	Э11	Э12	Э13	Э14	Э15
Э1		Сд													ОД
Э2															
Э3							Сд		Сд						
Э4			Кл												
Э5			Кл												
Э6			Кл												
Э7		Рш						Сд				ФО			
Э8															
Э9															
Э10									Рл						
Э11									Фр						
Э12							Ф3							Уп	ОД
Э13														Сд	Сд
Э14															Рз
Э15	ОД											ОД			

Примечание: составлено авторами.

Для обозначения ячеек в табл. 1 введены следующие сокращения: Сд – Содержит (элемент в своем составе), Ст – Ставит, Рш – Решает, ОД – Обменивается данными, ФО – Формирует ответ, Ф3 – Формирует запрос, Уп – Управляет, Рз – Размещает, Кл – Классифицирует, Рл – Реализует, Фр – Формализует.

На пересечении i -й строки с j -м столбцом расположено отношение i -го элемента модели к j -му элементу, пустые ячейки означают отсутствие отношений. Например, ячейка в 1-й строке Э1 (Пользователь) и 2-м столбце Э2 (Задача) содержит знак «Ст» – «Ставит», что означает «Пользователь Ставит Задачу». Ячейка на пересечении 3-й строки Э3 (Информационный сервис) и 9-го столбца Э9 (Взаимодействие) содержит знак «В» – «Входит», что означает «Информационный сервис включает в себя Взаимодействие».

Заключение

Результаты анализа публикаций о моделировании взаимодействия пользователя с информационной системой, а также предыдущие научные исследования авторов позволили разработать предметную область и представить аналитическую модель информационной системы в графической и табличной формах.

По графической и табличной формам возможно описывать любые модели в соответствующем аналитическом виде, который после необходимой доработки может быть использован как для синтеза логических выводов в рамках формальной логики, так и для вычисления различных характеристик, метрик и закономерности взаимодействия.

Продолжением исследования должно стать построение на базе онтологической модели целевой функции, отражающей эффективность взаимодействия и возможность ее оптимизации. В интересах последней требуется создание метода оптимизации интерфейса путем его модификации [21] для практического применения.

Литература

1. Антюхов В. И., Остудин Н. В., Ярошенко А. Ю., Черных А. К. Информационная потребность должностных лиц центров управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) МЧС России // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях : материалы VII Междунар. науч.-практич. конф. Санкт-Петербург, 2015. СПб., 2015. С. 70–71.
2. Волщук Ю. Н., Волщук М. Ю., Израилов К. Е., Романенко А. В. Визуализация информационного обмена в условиях концепции Industry 4.0 // Автоматизация в промышленности. 2020. № 8. С. 23–29.
3. Виткова Л. А., Израилов К. Е., Чечулин А. А. Классификация уязвимостей интерфейсов транспортной инфраструктуры умного города // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020) : сб. ст. IX Междунар. науч.-технич. и науч.-метод. конф. Санкт-Петербург, 2020. Санкт-Петербург, 2020. С. 253–258.
4. Израилов К. Е. Визуализация многопризнаковых уязвимостей программного кода с помощью метода главных компонент // Вестник Санкт-Петербург. гос. ун-та технологии и дизайна. Сер. 1. Естеств. и технич. науки. 2020. № 1. С. 3–8.
5. Зарубин С. В., Морозов А. Н., Колесов К. В. К вопросу оценки качества пользовательских интерфейсов компьютерных программ // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации : сб. науч. тр. 14-й Междунар. науч.-практич. конф. Юго-Запад. гос. ун-та. Курск, 2019. Курск, 2019. С. 72–75.
6. Покусов В. В. Формализация и определение корректности протокола информационно-технического взаимодействия (на примере интегрированной системы защиты информации) // Информатизация и связь. 2021. № 2. С. 55–68.
7. Трегубов А. С. Разработка адаптивных контекстозависимых интерфейсов с использованием онтологических моделей // Кибернетика и программирование. 2017. № 6. С. 50–56.
8. Прокопьева Л. А., Заварцева Е. В. Проблемы формирования ментальной модели пользователя в контексте эргономического проектирования интерфейса // Материалы XXI науч.-практич. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов Национал. исслед. Мордовского гос. ун-та им. Н. П. Огарева. Саранск, 2017. Саранск, 2017. С. 351–357.
9. Олимпиев А. А., Шерстюк Ю. М. Предложения по усовершенствованию модели интерфейса пользователя оперативно-технологического управления инфотелекоммуникациями // I-methods. 2015. Т. 7, № 1. С. 17–20.
10. Vaytsel N. S., Bubareva O. A. Models and Methods of Computer-Aided Design of the User Interface of Software Systems // Mathematical Modelling, Programming and Computer Software. Bulletin of the South Ural State University. 2019. Vol. 12, No. 1. P. 122–128.
11. Беликова С. А. Использование модели деятельности пользователя в предметной области для проектирования пользовательского интерфейса // Информатизация и связь. 2020. № 6. С. 88–91.
12. Курта П. А., Коломеец М. В. Обобщенная классификация интерфейсов транспортной инфраструктуры «Умного города» // Вестник кибернетики. 2020. № 4. С. 6–13.
13. Курта П. А. Взаимодействие пользователя с информационной системой. Часть 1. Схема взаимодействия и классификация недостатков // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2020. № 8–9. С. 35–45.
14. Курта П. А. Взаимодействие пользователя с информационной системой. Часть 2. Алгоритмы обнаружения недостатков // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2020. № 10. С. 34–44.
15. Ломоносова Т.С. Информационный сервис важность информационных услуг в жизни человека // Теория и практика современной науки. 2015. № 2. С. 87–88.
16. Израилов К. Е., Обрезков А. И., Курта П. А. Подход к выявлению последовательности одноцелевых сетевых атак с визуализацией их прогресса эксперту // Методы и технические средства обеспечения безопасности информации. 2020. № 29. С. 68–69.

17. Фаткулин А. Н. Моделирование распределённых информационных сервисов // Информационные технологии моделирования и управления. 2007. № 1. С. 126–133.
18. Струев Д. А., Бондарев Н. В., Будков В. Ю., Басов О. О., Ронжин А. Л. Концептуальная модель многомодального интерфейса абонентского терминала // Науч. ведомости Белгород. гос. ун-та. Сер.: Экономика. Информатика. 2016. № 23. С. 156–164.
19. Покусов В. В. Оценка эффективности системы обеспечения ИБ. Часть 1. Показатели и модели представления // Защита информации. Инсайд. 2019. № 2. С. 54–60.
20. Любчикова О. В. Типы интерфейсов и виды элементов // Новая наука: от идеи к результату. 2016. № 12–3. С. 121–124.
21. Буйневич М. В., Курта П. А. Методология исследования метода оптимизации информационного взаимодействия в аспекте решения задачи пользователя // Информационные технологии и телекоммуникации. 2019. Т. 7, № 4. С. 50–58.