

Институту магистратуры СПбГУТ 5 лет

УДК 378.14

Использование методологии описания информационных процессов в магистерской подготовке

Соломко Ю. С., Сотников А. Д. ✉

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича
Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

Постановка задачи: анализ и проектирование сложных прикладных информационных систем, основанные на архитектурных подходах, продуктивных практиках и эффективных образцах, в то же время демонстрируют отсутствие формализованных количественных моделей, отражающих фундаментально значимые свойства и характеристики исследуемых систем. Прикладные области с различными требованиями к информационным системам диктуют многообразие подходов и методов, которые объединяют множественные аспекты деятельности, как, например, в известных архитектурно-ориентированных моделях. Методы, основанные на бизнес-процессах, получившие широкое распространение, как и объектно-ориентированные модели, эффективны в задачах разработки и прикладного проектирования. Наблюдается калейдоскопическое разнообразие «подходов», «методологий», «моделей проектирования» и технологий разработки, затрудняющее сравнительный анализ и определение предпочтений при выборе модели на ранних этапах проектирования информационной системы. **Цель** работы состоит в выявлении ключевых свойств и характеристик, являющихся общими для разнообразных прикладных информационных систем и предполагающих возможность количественной оценки, а также в рассмотрении использования доменной модели инфокоммуникаций для создания моделей прикладных информационных систем. **Методы исследования** основаны на выделении информационных источников и потребителей, связанных элементарным актом информационного взаимодействия, и формальном описании на его основе информационных потоков инфокоммуникационной системы для целей дальнейшего анализа. Этот подход реализуется использованием доменной модели инфокоммуникаций, позволяющей перейти к описанию и количественной оценке характеристик инфокоммуникационной системы. **Элементы новизны** состоят в использовании: абстрактной доменной модели инфокоммуникаций для практического анализа прикладных информационных процессов в области образования; матричного описания организации информационных потоков; количественных характеристик для оценок качества решений с возможностью постановки и строгого решения задачи оптимизации объемно-скоростных характеристик трафика в системе. Рассматривается **пример использования** доменной модели инфокоммуникаций для описания информационных процессов в образовательной деятельности при подготовке магистрантов в СПбГУТ, так как учебно-образовательная деятельность является достаточно характерным и в то же время наглядным информационным процессом, где отчетливо видны исследуемые свойства и характеристики. **Результатом** работы является описание сложных информационных потоков в образовательном процессе с целью анализа структуры, количественной оценки и разработки процедур оптимизации.

Библиографическая ссылка на статью:

Соломко Ю. С., Сотников А. Д. Использование методологии описания информационных процессов в магистерской подготовке // Вестник СПбГУТ. 2024. Т. 2. № 1. С. 11. EDN: XZCVJM

Reference for citation:

Solomko Y., Sotnikov A. Using the Methodology of Describing Information Processes in the Master's Degree Program // Herald of SPbSUT. 2024. Vol. 2. Iss. 1. P. 11. EDN: XZCVJM

Ключевые слова: информационные системы, инфокоммуникационные системы, доменная модель инфокоммуникаций, образовательный процесс, информация, моделирование информационных процессов

Введение

Информационная система (ИС) в соответствии со стандартом ГОСТ РВ 51987 определяется как «автоматизированная система, результатом функционирования которой является представление выходной информации для последующего использования». Известные архитектурные модели дают возможность разнопланового описания систем, учета как структурных, так и функциональных (поведенческих) аспектов деятельности и корректного и достаточно полного отражения этого разнообразия в соответствующих компонентах модели. Достаточно полно и точно архитектурным концепциям TOGAF (аббр. от англ. The Open Group Architecture Framework) соответствует язык архитектурного моделирования ArchiMate и реализующие его программные инструменты. На каждом уровне архитектурной модели существуют структурные и поведенческие элементы, связанные друг с другом структурными или динамическими отношениями. Для более полного описания на каждом уровне модели могут быть добавлены элементы, описывающие мотивацию, стратегию, реализацию или иные аспекты проектируемой системы. При всей широте и полноте архитектурного подхода остаются в тени собственно информационные процессы, которые и составляют смысловое ядро информационной системы. Кроме того, подобные модели не позволяют на ранних этапах проектирования дать количественные оценки информационным потокам, которые, в свою очередь, определяют ключевые технические и эксплуатационные характеристики ИС.

Для оценки свойств и характеристик ИС необходимо выполнить ряд действий, первым из которых является определение источников и потребителей информации. Вторым важным этапом будет определение информационных потоков, обеспечивающих взаимодействие источников и потребителей, с последующим определением видов необходимой обработки данных, требований к хранению и представлению информации. Выполнение названных задач может быть качественно выполнено при наличии модели, которая фокусируется на информационных процессах ИС [1]. Такая модель, в первую очередь, должна адекватно и достаточно точно представлять информационные потоки в ИС, а поскольку потребителем и источником является субъект, то модель должна учитывать не только «технические», но и когнитивные аспекты системы, т. е. особенности восприятия и утилизации информации. Тот факт, что в автоматических и автоматизированных или, в более современных терминах, — киберфизических системах используются разнообразные датчики и исполнительные устройства, не меняет ситуацию, поскольку без конечного потребителя — субъекта — нарушается целеполагание, и функционирование искусственной системы лишается смысла. Таким образом, построение формализованной модели информационного процесса с учетом когнитивных компонентов является актуальной задачей. ИС, обеспечивающие информационные процессы в образовании, являются типичным примером для отработки и проверки методики анализа и количественной оценки предлагаемой модели.

Доменная модель инфокоммуникаций

Доменная модель инфокоммуникации (ДМИ) позволяет рассматривать процессы, преимущественно информационные, обеспечивающие взаимодействие и однотипно связывающие три различных области (домена), в которых концентрируются три относительно самостоятельные, хотя и тесно взаимосвязанные вида деятельности, а именно: физический домен (ФД), информационный домен (ИД) и когнитивный домен (КД) [2]. Формальным представлением элементов ДМИ может служить следующее описание:

$$\langle\langle A_n \rangle_{\xi^{A_n}} \rangle_{\xi^{C^m}} \xrightarrow{Q_{22}^{\xi^{C^m} \xi^{C^k}}} \langle\langle A_n \rangle_{\xi^{A_n}} \rangle_{\xi^{C^k}}, \quad (1)$$

где ξ^{C^m} — тезаурус m -й информационной системы; C_n^m — информационный объект (n -й элемент тезауруса m -й системы); A_n — объект физического домена; $\langle A_n \rangle^{\xi^{A_n}}$ — одно из множества возможных представлений объекта A_n ; Q — операция преобразования представления (образа) сущности A_n в тезаурус наблюдателя C^k .

Элементарное информационное взаимодействие в системе, состоящее из нескольких информационных источников — сущностей когнитивного и физического доменов и нескольких получателей информации, — будет описываться выражением:

$$\langle A \rangle^{\xi_A} \xrightarrow{Q_1} \langle \langle A \rangle^{\xi_A} \rangle^{\xi_B} \xrightarrow{Q_2} \langle \langle \langle A \rangle^{\xi_A} \rangle^{\xi_B} \rangle^{\xi_C}. \quad (2)$$

Более сложная информационная связь, описывающая взаимодействие нескольких информационных систем внутри ИД, может быть представлена выражением:

$$\left| \langle \langle A_n \rangle^{\xi^{A_n}} \Big|_{n=1, \dots, N} \rangle^{\xi^{C^m}} \xrightarrow{Q_{22}^{\xi^{C^m} \xi^{C^k}}} \langle \langle A_n \rangle^{\xi^{A_n}} \Big|_{n=1, \dots, N} \rangle^{\xi^{C^k}} \right|_{m=1, \dots, M}^{k=1, \dots, K}. \quad (3)$$

Если для ФД и ИД существуют методы, описывающие объекты и процессы (на примере графовых моделей и их спецификаций), то для КД отсутствуют общепринятые методы описания ментальной деятельности, а также нет точного общепризнанного описания основных свойств и характеристик сущностей [3].

Описанная выражением (3) модель является дескриптивной, т. е. предназначенной для аналитического описания информационного процесса, и не позволяет непосредственно оценить его количественные параметры.

Основными участниками любого образовательного процесса, в том числе и в магистерских программах, являются базовые сущности когнитивного домена — «сознание» обучающегося и «сознание» преподавателя. Под термином «сознание» подразумевается: 1) набор «компетенций», «знаний», «умений», «навыков», «опыта» и т. д., которые могут быть переданы от одного участника образовательного процесса другому в виде данных (текст, изображение, видео) или 2) алгоритмически организованные действия одного участника образовательного процесса по отношению к другому, что равносильно изменению состояния тезауруса обучаемого.

Ментальная деятельность, протекающая в сфере КД, как правило, основана на использовании «ментальных моделей», т. е. на предыдущем опыте людей, способах понимания, существующих в сознании человека и направляющих его действия, которые являются относительно стабильными, но не неизменными.

Графическая нотация и матричное представление

Формальное описание информационного процесса в ДМИ (1, 2, 3) является строгим, трудно интерпретируемым при реальных масштабах современных ИС. Для визуализации и облегчения восприятия предпочтительна графическая нотация (рисунок 1), где отображены информационные потоки на одном из этапов учебного занятия. Здесь выделены ключевые элементы, которые ограничивают информационные потоки и служат основой для построения диаграмм потоков данных (DFD, аббр. от англ. Data Flow Diagram), которые, в свою очередь, являются широко используемым формализмом при анализе и проектировании ИКС.

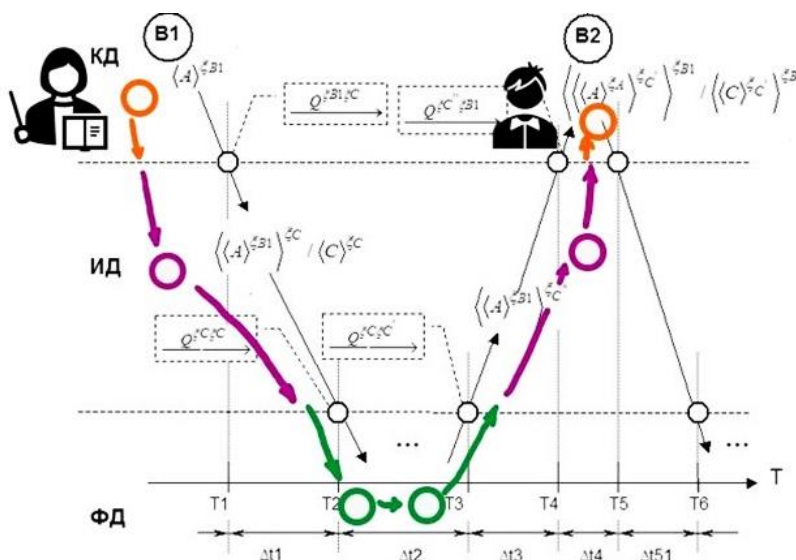


Рис. 1. Доменная модель фрагмента образовательного процесса

Более обобщенно графическая нотация на основе DFD с выделением узлов различного типа, таких как получатель, приемник или промежуточные узлы, показана на рисунке 2.

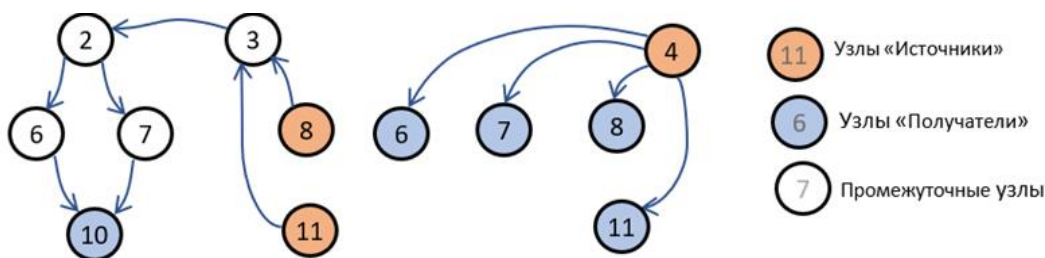


Рис. 2. Диаграмма потоков данных для двух процессов

Дальнейшая процедура предполагает описание ИКС в виде графа, где вершины соответствуют источникам и приемникам данных, а ребра — маршрутам (информационным потокам), соединяющим соответствующие связанные вершины. Корректный результат достигается выбором всех значимых компонент в образовательном процессе, формализацией соответствующего бизнес-процесса с автоматизацией действий. В ИС каждый информационный поток характеризуется объемом, скоростью передачи, периодичностью генерации и другими параметрами.

Описанный выше процесс, упрощенный для наглядности, представлен в матричной форме (рисунок 3), где информационные потоки, циркулирующие в системе, связывают источники (I_1, I_2, \dots, I_n) и получателей данных ($\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$). Значение «1», расположенное на пересечении строк и столбцов (источника и получателя), соответствует элементу ИС, выполняющему присущее ему действие: обработку, представление или хранение данных. Элементы матрицы могут отображать не только факт выполнения тех или иных действий, но и сведения о процессе, его объемно-скоростные характеристики или важную специфику выполняемой обработки. Так, цветная строка на рисунке 3 демонстрирует кодирование объемов данных, передаваемое в информационном потоке между источниками I_n и получателями Π_3, Π_k, Π_m .

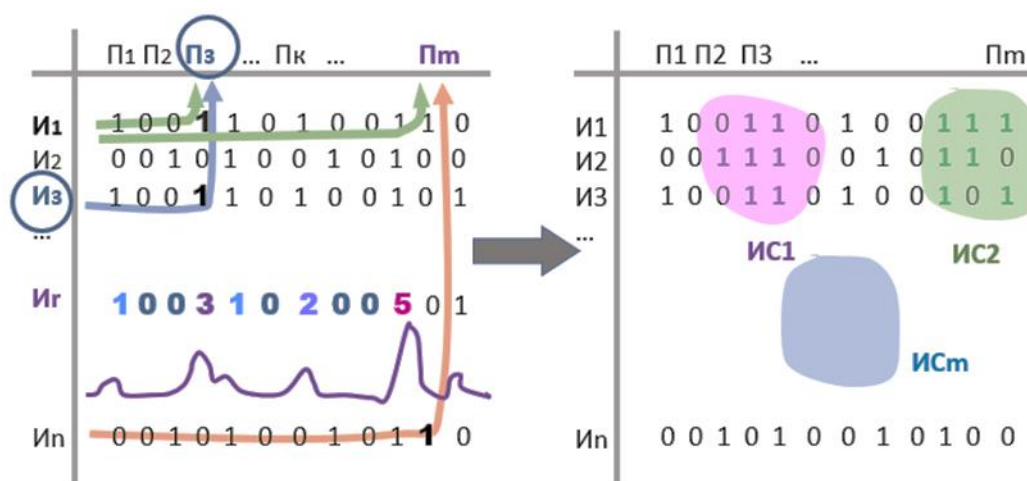


Рис. 3. Матрица смежности графовой модели ИКС

Компоновка потоков путем перестановки строк/столбцов матрицы с целью более «плотной» группировки единичных значений, отображающих потоки, и «концентрация» их в определенных областях матрицы, сопоставленных с компонентами ИС образовательной организации, обрабатывающими эти потоки, позволит выделить связанные подсистемы и улучшить «архитектурные» характеристики системы [4].

При такой формализации возможна корректная формулировка задач оптимизации, при которой выполняется максимизация плотности единичных элементов в заданных группах вершин графа, что соответствует концентрации информационных потоков в отдельных подсистемах и оценке, например, суммарного объема данных, передаваемого в подсистеме (выделенной группе вершин графа) в единицу времени. В качестве критерия оптимальности может также быть выбрано достижение заданного значения функции (объема, скорости или иных параметров трафика), которое будет служить некоторой количественной характеристикой при проектировании ИКС.

Пример образовательного процесса

Рассмотрим магистерскую образовательную программу (ОП) 38.04.05 «Бизнес-информатика» и перечень дисциплин, являющийся по сути ее основой. Современные образовательные процессы представляют собой сложные организационные наборы различных видов действий [5], выполняемых участниками, и традиционно включают в себя следующие позиции:

- *Преподаватель* — создает учебную дисциплину в рамках ОП, реализуемой согласно учебному плану образовательной организации, на основании ФГОС;
- *Ассистент* — сотрудник, отвечающий за техническую сторону реализации ОП, ее своевременное обновление и редактирование, и помогающий при проведении занятий в офлайн-формате;
- *Сервер(ы)* систем дистанционного обучения (СДО) и компьютеры участников образовательного процесса с соответствующими программными комплексами;
- *Студент (магистрант)* — участник образовательного процесса, являющийся непосредственным получателем учебного материала.

Любая образовательная деятельность, в том числе и дистанционное обучение, представляет собой передачу информации между участниками образовательного процесса (преподавателем и студентом). Этот процесс может быть представлен с помощью UML-описания (*аббр. от англ. Unified Modeling Language* — унифицированный язык моделирования), что позволяет визуализировать модель и проанализировать всю исследуемую предметную область. Для этих целей наиболее полезными являются диаграммы прецедентов (*от англ. Use Case Diagram*) и диаграммы последовательности (*от англ. Sequence Diagram*). Примеры таких диаграмм для фрагментов образовательного процесса и подготовки учебных материалов по дисциплине представлены на рисунках 4 и 5 [6].



Рис. 4. Диаграмма прецедентов

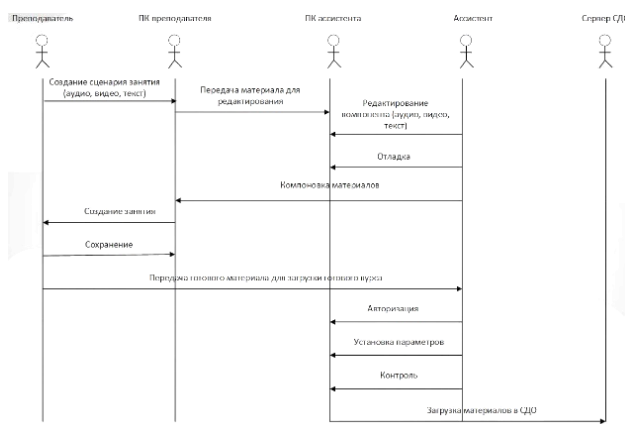


Рис. 5. Диаграмма последовательности

Моделирование процессов образовательной деятельности включает анализ источников и получателей информации в исследуемой системе. По аналогии можно создать такие модели, как «проведение занятия», «проведение аттестации» и т. п., где отображается взаимодействие других участников образовательного процесса. С помощью UML-моделирования образовательного процесса появляется возможность проследить движение информационных потоков между участниками процесса. Использование диаграммы прецедентов позволяет визуализировать различные роли и то, как они будут взаимодействовать в системе. Диаграмма последовательности формализует обмен данными между активными участниками (преподаватель, ассистент, студент) и техническими компонентами системы (серверы, базы данных).

Образовательный процесс — это, прежде всего, однонаправленный информационный процесс. Этому не противоречит наличие обратной связи от магистранта к преподавателю: такая связь замыкает «контур управления» и обеспечивает наилучший «коэффициент передачи» системы для основного потока информации от источника к приемнику. Связь «ученик — учитель» является управляющей и не меняет основное направление информационного потока в образовательном процессе [7]. Описание таких потоков может быть получено на основе использования ДМИ, которая позволяет выявить источники и получатели информационных потоков и определить пути их распространения [8]. На рисунке 6 представлены как субъекты информационного процесса (преподаватель и ассистент), так и сущности информационного домена (текст, медийные компоненты и пр.), над которыми выполняются преобразования, вместе с сущностями физического домена, используемыми в процессе (персональные компьютеры, серверы и пр.).

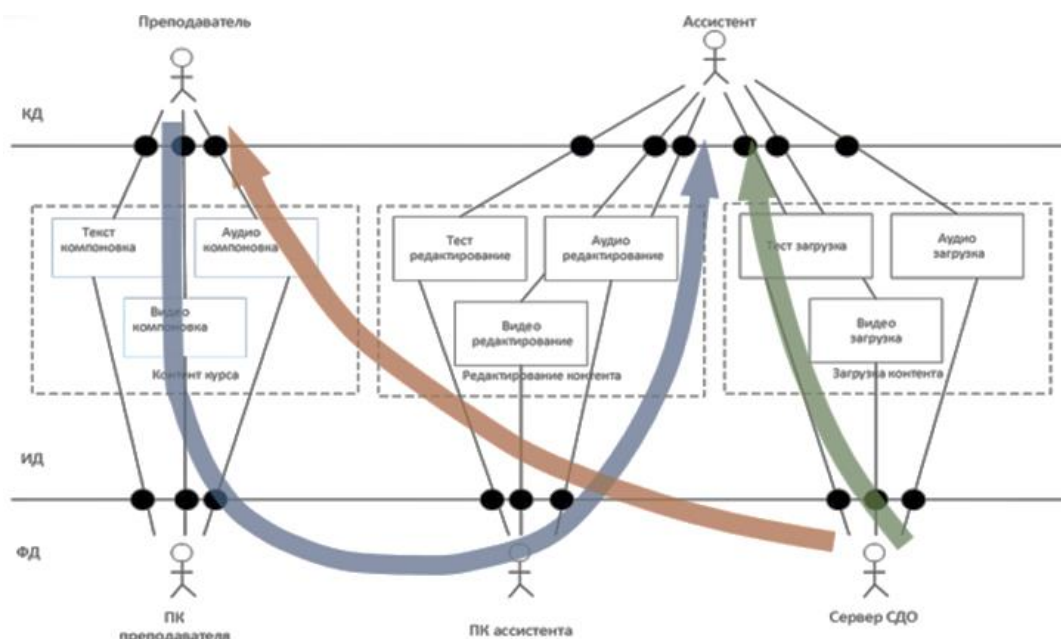


Рис. 6. Базовое представление информационных потоков в ДМИ

Результат

Основываясь на принципах доменной модели инфокоммуникаций и платформенно-ориентированной модели ментальной деятельности, был выполнен анализ занятий, проводимых в СПбГУТ с использованием дистанционных технологий на основе платформы Google Meet. С целью экспериментальной проверки модели, на основании процессов, представленных на рисунках 4–6, были собраны данные и проведен анализ дистанционных занятий, проводимых в ноябре 2023 г. В ограниченном объеме исследованы структура и степень полимодальности занятий на основе анализа статистики сеансов, доступной администратору системы Google Meet, используемой в университете (рисунок 7).

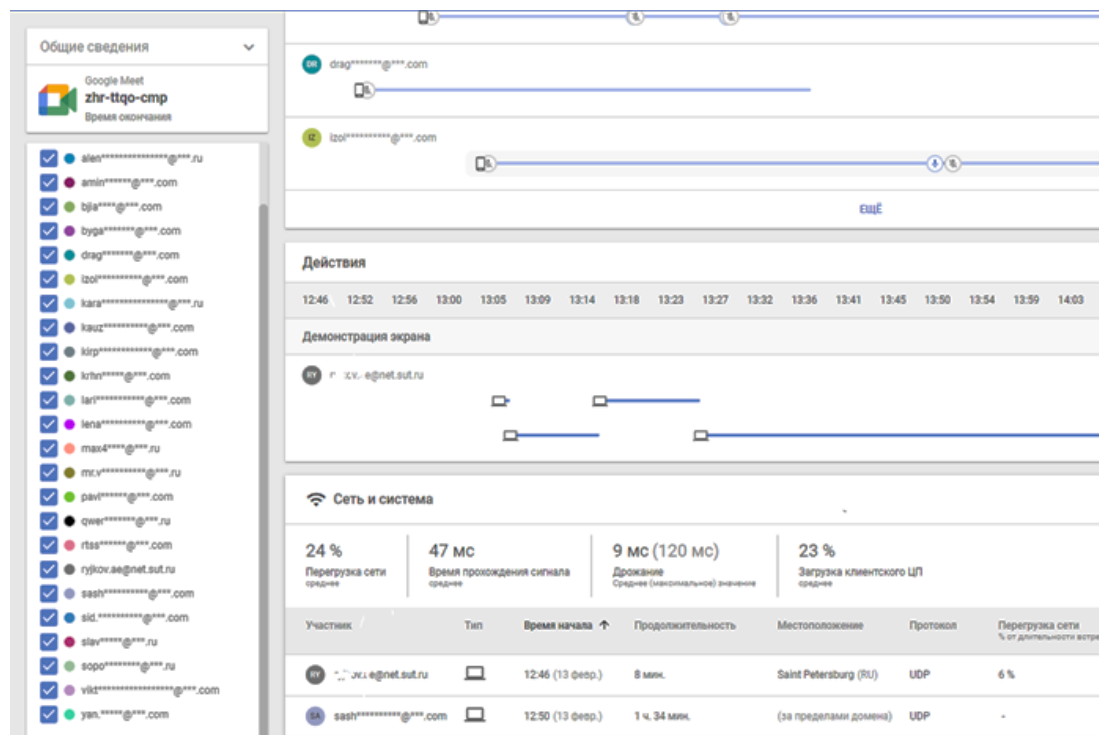


Рис. 7. Анализ статистических данных в системе Google Meet

Анализ показал (рисунок 8), что используются все три доступные модальности — видео, аудио-поток реального времени и статические (или анимированные) презентационные материалы при низкой степени «интерактивности». Основная нагрузка в рассмотренной ИС ожидаемо создается трафиком данных (презентационные материалы) и в меньшей степени — аудио- и видеоконпонентами. Интерактивные инструменты, обеспечивающие двунаправленные потоки данных, используются крайне редко.

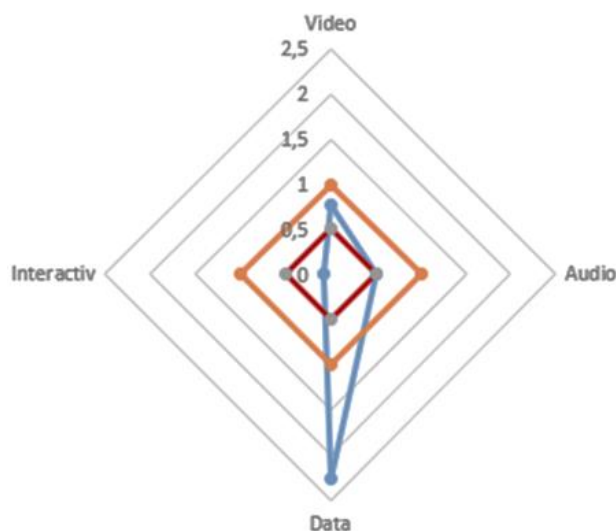


Рис.8. Варианты информационного взаимодействия в СДО СПбГУТ

Используемый для анализа ограниченный объем данных, состоящий из 100 отчетов Google Meet о занятиях, проведенных в течение трех недель, позволяет сделать только предварительный вывод о правомерности использования предложенной модели и подтверждает гипотезу о характере распределения полимодальной нагрузки в процессе занятия. В то же время для выявления закономерностей, характеризующих изменение объемов и полимодальной структуры информационных потоков в СДО ИС, необходимо продолжение эксперимента в течение не менее, чем семестра или учебного года. Для исследования остается открытым вопрос о специфике трафика для различных направлений подготовки — технических и гуманитарных. В целом образовательная система представляет хороший полигон для отладки методик анализа ИС в силу предопределенных алгоритмов деятельности последней.

Заключение

Рассмотренная ДМИ служит надежным фундаментом для анализа ИС и в частности образовательного процесса и обеспечивающих его технологических систем:

– ДМИ позволяет выделить всех участников образовательного процесса, как непосредственных, так и опосредованных;

– она позволяет определить и зафиксировать информационные потоки, определить их количественные характеристики и сформулировать требования (пропускную способность канала, нагрузочные характеристики) к системам, обеспечивающим функционирование современной образовательной организации;

– будучи формализованной и количественно измеримой, ДМИ позволяет проводить строгий анализ и сравнение конкретных реализаций образовательного процесса, что, в свою очередь, позволяет не только выбирать наиболее подходящие реализации, но и формулировать задачи оптимизации процессов в ИС.

Ограниченный по объему эксперимент подтвердил возможность использования предложенной модели для анализа информационных процессов в образовательных системах.

Перспективным направлением представляется использование ДМИ для формулировки задачи оптимизации информационных процессов в прикладных, в том числе образовательных, системах по выбранным критериям.

Литература

1. Щетинина Н. Е. Роль информационных технологий в современном образовании // Вопросы педагогики. № 11–1. 2021. С. 455–459. EDN: JQGSHR
2. Сотников А. Д., Катасонова Г. Р. Модель количественной оценки характеристик тематической связности образовательных программ // Фундаментальные, поисковые, прикладные исследования и инновационные проекты: сборник трудов Национальной научно-практической конференции (Москва, 10–11 ноября 2022 г.). М., 2022. С. 528–531. EDN: NDOTNW
3. Соломко Ю. С., Сотников А. Д. Использование доменной модели для описания прикладных инфокоммуникационных систем в образовании // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2021): сборник научных статей X Международной научно-технической и научно-методической конференции (Санкт-Петербург, 24–25 февраля 2021 г.). СПб.: СПбГУТ, 2021. Т. 3. С. 441–447. EDN: WWTTYE
4. Арзуманян Ю. В., Вольфсон М. Б., Захаров А. А., Катасонова Г. Р., Сотников А. Д. Модели учебных программ для задач оптимизации при конструировании индивидуальных образовательных траекторий // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2021): сборник научных статей X Международной научно-технической и научно-методической конференции (Санкт-Петербург, 24–25 февраля 2021 г.). СПб.: СПбГУТ, 2021. Т. 3. С. 330–335. EDN: ТКУНХР
5. Сотников А. Д., Катасонова Г. Р. Структурная организация процессов когнитивного взаимодействия в образовании // Инновационные, информационные и коммуникационные технологии. 2017. № 1. С. 68–70. EDN: ZHZOKN
6. Катасонова Г. Р., Соломко Ю. С., Сотников А. Д. Анализ систем дистанционного обучения с использованием доменной модели инфокоммуникаций // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и обра-

зовании (АПИНО 2023): сборник научных статей XII Международной научно-технической и научно-методической конференции (Санкт-Петербург, 28 февраля – 01 марта 2023 г.). СПб.: СПбГУТ, Санкт-Петербург. 2023. Т. 4. С. 443–447. EDN: PDVBGT

7. Сотников А. Д. Структурно-функциональная организация услуг телемедицины в прикладных инфокоммуникационных системах: автореферат дисс. ... д-ра тех. наук: 05.13.12. СПб., 2007. EDN: NJGJMZ

8. Катасонова Г. Р., Соломко Ю. С., Сотников А. Д., Стригина Е. В. Модель информационных процессов в виртуальных средах // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2022): сборник научных статей XI Международной научно-технической и научно-методической конференции (Санкт-Петербург, 15–16 февраля 2022 г.). СПб.: СПбГУТ, Санкт-Петербург. 2022. С. 589–593. EDN: GESGOF

**Статья поступила 01 апреля 2024 г.
Одобрена после рецензирования 04 апреля 2024 г.
Принята к публикации 15 апреля 2024 г.**

Информация об авторах

Соломко Юлия Сергеевна — аспирант кафедры бизнес-информатики Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича.

E-mail: yssolomko@gmail.com

Сотников Александр Дмитриевич — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры бизнес-информатики Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. E-mail: adsotnikov@sut.ru

Using the Methodology of Describing Information Processes in the Master's Degree Program

Y. Solomko, A. Sotnikov ✉

The Bonch-Bruevich St.-Petersburg State University of Telecommunications,
St. Petersburg, 193232, Russian Federation

Setting the task. *The analysis and design of complex applied information systems based on architectural approaches, productive practices and effective models simultaneously demonstrates the absence of formalized quantitative models reflecting the fundamentally significant properties and characteristics of the systems under study. Applied fields with diverse requirements for information systems dictate a variety of approaches and methods that combine multiple aspects of activity, as, for example, in well-known architecturally oriented models. Business process-based methods are also widely used, as well as object-oriented models, and are effective in development and applied design tasks. There is a kaleidoscopic variety of “approaches”, “methodologies”, “design models” and development technologies, which makes it difficult to compare and determine preferences when choosing a model at the early stages of information system design. **The purpose of the work** is to identify key properties and characteristics that are common to a variety of applied information systems and suggest the possibility of quantitative assessment, as well as to consider the use of a domain model of infocommunications to create models of applied information systems. **The research methods** are based on the identification of information sources and consumers connected by an elementary act of information interaction and a formal description based on it of information flows of an infocommunication system for the purposes of further analysis. This approach is implemented using the domain model of infocommunications, which allows us to proceed to the description and quantification of the characteristics of the infocommunication system. **The elements of the novelty** of the work are the use of: an abstract domain model of infocommunications for the practical analysis of applied information processes in the field of education; a matrix description of the organization of information flows; quantitative characteristics for evaluating the quality of solutions with the possibility of setting and strictly solving the problem of optimizing the volume and speed characteristics of traffic in the system. **An example of using** the domain model of infocommunications to describe information processes in educational activities during the preparation of masters at St. Petersburg State University is considered, since educational activities are quite characteristic and at the same time a visual information process, where the studied properties and characteristics are clearly visible. **The result of the work** is a description of complex information flows in the educational process in order to analyze the structure, quantify and develop optimization procedures.*

Keywords: *information systems, infocommunication systems, domain model of infocommunications, educational process, information, modeling of information processes*

Information about Authors

Solomko Yulia — Postgraduate Student at the Department of Business Informatics (The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications). E-mail: yssolomko@gmail.com

Sotnikov Alexander — holder of an Advanced Doctorate in Engineering Sciences, Associate Professor, Professor at the Department of Business Informatics (The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications). E-mail: adsotnikov@sut.ru