

ПРИКЛАДНЫЕ ОНТОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 001.92

Научная статья

DOI: 10.18287/2223-9537-2023-13-3-333-351



Персонализированные шаблоны конструкторских документов в учебном проектировании: онтологические аспекты и ситуационно-ориентированная реализация

© 2023, В.В. Миронов¹✉, А.С. Гусаренко¹, Г.А. Тугузбаев²¹ Уфимский университет науки и технологий, Уфа, Россия² Уфимский юридический институт МВД России, Уфа, Россия

Аннотация

Рассматривается информационная поддержка учебного проектирования на основе персонализированной автоматизации. Учебное проектирование в техническом учебном заведении предполагает разработку конструкторской документации, включающей технические решения и значительный объём формальных сведений, предусмотренных стандартами и методическими требованиями. Автоматизированное генерирование персонализированных шаблонов (заготовок) конструкторских документов позволяет снизить трудоёмкости рутинных этапов процесса учебного проектирования для студентов и преподавателей. Обсуждается концептуальная схема процесса учебного проектирования, включающая соответствующую систему понятий и связывающих их отношений, с учётом многовариантности проектных заданий и многоэтапности процесса проектирования. При персонализации в шаблон вносятся данные участников процесса, варианта технического задания, связанных событий. Для многоэтапных проектов шаблоны персонализируются с учётом технических решений, принятых на предыдущих этапах проектирования. Рассматривается реализация предложенной концепции процесса учебного проектирования на основе ситуационно-ориентированного подхода. Практическое использование результатов при курсовом проектировании моделей баз данных предусматривает генерирование персонализированных графических документов в открытых форматах редактора *Visio*. Предлагаемая персонализация ориентирована на графические документы в виде схем и может быть применена для чертежей и текстовых документов.

Ключевые слова: учебное проектирование; конструкторский документ; персонализированный шаблон; ситуационно-ориентированный подход, открытые графические форматы *Visio*.

Цитирование: Миронов В.В., Гусаренко А.С., Тугузбаев Г.А. Персонализированные шаблоны конструкторских документов в учебном проектировании: онтологические аспекты и ситуационно-ориентированная реализация // Онтология проектирования. 2023. Т.13, №3(49). С.333-351. DOI: 10.18287/2223-9537-2023-13-3-333-351.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение

Целью учебного проектирования (УП) в инженерном образовании является выработка у студентов умений и навыков решения типовых проектных задач создания технических объектов или процессов в той или иной области. В результате УП студентами под руководством преподавателя создаётся конструкторская документация (КД), включающая совокупность проектных решений в форме, пригодной для реализации объекта проектирования. При этом творческая деятельность по выработке и обоснованию проектных решений неизбежно сопровождается рутинной работой по оформлению КД в соответствии с требованиями стан-

дартов и иных правил. В условиях ограниченного учебного времени целесообразно снизить трудоёмкость рутинной работой в УП.

Применение шаблонов — заранее подготовленных заготовок КД, ориентированных на конкретный тип проекта и/или на студентов — распространённая практика в учебном процессе, особенно когда КД выполняются в электронном виде. Идея персонализированных шаблонов предусматривает индивидуальную настройку заготовок КД с учётом персональных данных студента, варианта выданного ему задания, а также проектных решений в ранее созданных КД (рисунок 1). Использование персонализированных шаблонов призвано освободить студента от ручного внесения в КД тех данных, которые можно извлечь из информационной базы процесса УП.



Рисунок 1 – Идея персонализации КД в ходе УП

1 Степень разработанности темы

В областях, обеспечивающих информационную поддержку процессов проектирования, функции автоматизированной генерации документации (в т.ч. КД), разработка и применение шаблонов нашли широкое применение [1–5]. Активно используются онтологические модели соответствующих предметных областей [6–11].

Персонализация понимается как адаптация продуктов или услуг под конкретных людей или под группы людей для повышения качества обслуживания, удовлетворённости клиентов, эффективности бизнес-процессов. Персонализация рассматривается как ключевой элемент современного процесса предоставления услуг в различных сферах, в т.ч. с учётом онтологических аспектов [12–23].

Персонализация в образовании подразумевает, что учащимся предоставляется возможность планировать образовательную траекторию, ставить или выбирать значимые учебные цели, управлять временем и темпом обучения, выбирать те или иные задания, способы их решения и проверки, работать индивидуально и в группе и т.д. [24–30]. Указанные параметры определяются учащимся или педагогом с учётом индивидуальных особенностей обучающегося. Большую роль при этом играют онтологические аспекты [29, 30]. Персонализацию КД не следует путать с персонализацией идентификационных документов, подразумевающей защиту документов, удостоверяющих личность [31]. В [32] рассмотрено построение персонализированных документов на основе языка текстовой разметки *XML*. В [33] эта задача решена для КД в форматах текстового процессора *Word*. В [34] аналогичная задача решается для графических документов *Visio*. С ними связана задача извлечения данных из КД [35]. Работы [36, 37] выполнены в рамках развития ситуационно-ориентированного подхода к интеграции гетерогенных данных в веб-приложениях. В основе этого подхода лежит понятие виртуальных мультидокументов, отображаемых на реальные внешние источники данных. В данном случае задаётся отображение на шаблоны-заготовки текстовых и графических КД в виде документов *Word* и *Visio*, а также на источники данных персонализации в виде *XML*-файлов, таблиц базы данных (БД), веб-сервисов и/или документов в открытых офисных форматах. В шаблонах-заготовках предварительно размечаются места размещения данных

персонализации. Далее шаблоны в формате *XML* загружаются в объекты обработки данных в ситуационно-ориентированной среде, заполняются данными персонализации и выгружаются в виде персонализированных шаблонов.

В *ситуационно-независимой персонализации* в шаблон вносятся данные, относящиеся к проекту в целом и существующие на момент начала проектирования. В многоэтапных проектах разрабатывается последовательность зависимых КД, когда текущий КД зависит от проектных решений, содержащихся в ранее разработанных КД. Для этого требуется персонализация на основе данных, содержащихся в этих КД (см. рисунок 1, двойная стрелка). Такую персонализацию можно назвать *ситуационно-зависимой*.

Отсутствие целостной концепции и понятийного аппарата, описывающего использование персонализированных шаблонов КД для УП, обуславливает необходимость исследования онтологических аспектов данной задачи.

2 Классы объектов УП

Онтологии рассматриваются как формализация некоторой области знаний УП с помощью концептуальной схемы - структуры данных, отражающей существенные классы объектов, их связи и ограничения, принятые в данной области. Концептуальная схема нужна как основа для: понимания процесса УП на высоком уровне абстракции для разработчиков автоматизированной системы; дальнейшего логического и физического проектирования средств автоматизированной генерации персонализированных шаблонов в процессе УП.

Для построения концептуальной схемы выбрана расширенная модель сущность–связь. Для этой модели известны различные нотации, здесь используется смешанная нотация, которая названа «уфимской».

2.1 Классы и категории, связанные с УП

Учебный проект рассматривается как тип и как воплощение этого типа. В первом случае имеются в виду проекты, предусмотренные в учебных планах направлений и специальностей подготовки студентов, а также методическое обеспечение этих проектов; во втором случае - выполнение конкретных проектов конкретными студентами.

На рисунке 2 представлены классы и отношения объектов, непосредственно характеризующих учебный проект как тип. Прямоугольник соответствует классу объектов. Символ связи \blacktriangleright задаёт отношение между классами типа «родитель–ребёнок». Треугольник в символе связи задаёт направление от родителя к ребёнку, светлый фон означает, что каждому экземпляру родительского класса может соответствовать ноль, один или несколько экземпляров дочернего класса. Круг в символе связи определяет обязательность в направлении от ребёнка к родителю: тёмный круг означает, что каждому экземпляру дочернего класса должен соответствовать один экземпляр родительского класса, а светлый, — что допустимы «сироты» — экземпляры дочернего класса, не имеющие соответствующего экземпляра родительского класса. Квадрат в символе связи указывает идентификацию через связь: тёмный квадрат означает, что экземпляры класса-ребёнка идентифицируются в контексте экземпляра родителя, светлый — что экземпляры класса-ребёнка идентифицируются независимо от экземпляра родителя. С учётом этой семантики на рисунке 2 заданы следующие классы.

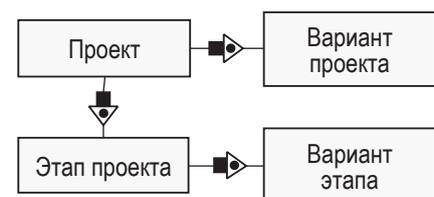


Рисунок 2 – Классы и отношения учебного проекта

«Проект» объединяет экземпляры, соответствующие типам проектов, которые выполняются студентами в процессе УП в соответствии с учебными планами.

«Этап проекта» включает экземпляры типов этапов, предусмотренных для соответствующих типов проектов. У каждого экземпляра проекта должен быть по крайней мере один дочерний экземпляр этапа. Каждый экземпляр этапа соответствует только одному экземпляру проекта и идентифицируется через него.

«Вариант проекта» содержит экземпляры, соответствующие вариантам задания для каждого экземпляра проекта. Вариант подразумевает некоторую формальную модель, дающую возможность автоматически сгенерировать техническое задание (ТЗ) для студента-исполнителя, а также выполнить автоматизированную проверку результатов УП. У каждого экземпляра проекта должен быть по крайней мере один дочерний экземпляр варианта проекта, но при этом каждый экземпляр варианта проекта соответствует только одному экземпляру проекта и идентифицируется через него.

«Вариант этапа» содержит экземпляры, соответствующие вариантам ТЗ для каждого экземпляра этапа проекта. У каждого экземпляра проекта может быть несколько дочерних экземпляров варианта этапа, но каждый экземпляр варианта этапа соответствует только одному экземпляру этапа проекта и идентифицируется через него.

2.2 Шаблон КД

Шаблон КД — это документ, предназначенный для использования в процессе УП в качестве заготовки для разрабатываемого КД. В УП используются шаблоны различных категорий (рисунок 3).

Прямоугольник задаёт класс объектов (понятие), в данном случае - это класс «шаблон КД». Экземплярами этого класса являются конкретные шаблоны. Именованный символ «круг с чертой» (заимствованный из стандарта *IDEFIx*) обозначает связь категоризации, задающую отношение типа «класс–подкласс» («суперкласс–категория», «обобщение–детализация» и т.п.). Имена категорий подчёркнуты. Двойная черта в символе категоризации означает полную категоризацию (каждый экземпляр суперкласса относится к одной, и только одной из дочерних категорий), а одинарная — неполную (возможны экземпляры суперкласса, не относящиеся ни к одной из дочерних категорий).

В соответствии с приведённой классификацией шаблон может относиться к одной из двух категорий: «неперсонализируемый», т.е. передаваемый исполнителю «как есть», или «персонализируемый», т.е. подвергаемый настройке перед выдачей исполнителю.

Персонализируемый шаблон может относиться к категории «настраиваемый макет» (в дальнейшем — «макет»). Этот способ персонализации предполагает, что изначально имеется документ, в который в ходе персонализации заносятся определённые персональные данные.

Типы и экземпляры макета. Шаблон-макет можно рассматривать как:

- макет — это понятие отражает тип шаблона-макета, предназначенного для определённого типа КД и готового к персонализации (на базе макета одного типа может быть сгенерировано множество персонализированных макетов);
- персонализированный макет — это экземпляр макета некоторого типа, заполненный конкретными данными персонализации и предназначенный для выдачи студенту для создания КД в рамках задания УП;
- готовый КД — это КД, разработанный исполнителем на основе персонализированного макета и прошедший установленную процедуру проверки и утверждения.

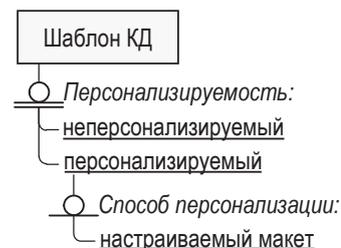


Рисунок 3 – Категории шаблона КД

2.3 Настраиваемые компоненты макета

Способ персонализации «настраиваемый макет» означает, что шаблон КД представляет собой документ, сконструированный таким образом, что в дальнейшем его можно наполнить определёнными персональными данными. Для этого макет содержит набор *настраиваемых компонентов макета* (НКМ) — контейнер для персональных данных. В одном макете может быть размещено несколько НКМ, каждый экземпляр НКМ соответствует одному родительскому макету. Понятию НКМ соответствуют три класса сущностей:

- компонент — тип НКМ, предназначенного для определённого типа КД и готового к персонализации (на базе макета одного типа может быть сгенерировано множество персонализированных макетов);
- компонент в макете — это экземпляр НКМ некоторого типа, размещённый в макете некоторого типа, но не наполненный содержанием;
- компонент в персонализированном макете — это экземпляр НКМ, наполненный содержанием в некотором экземпляре персонализированного макета.

На рисунке 4 представлены диаграммы категорий для двух классов НКМ. Экземпляры класса «компонент» подразделяются по признаку атомарности, которая задаёт категоризацию НКМ в зависимости от внутренней структуры, существенной для персонализации: НКМ может быть простым либо составным. Составной НКМ содержит вложенные (дочерние) НКМ, совокупностью которых можно манипулировать как единым целым. Простой НКМ подразделяется на три категории: по виду содержания, по поставщику и по формату.

Вид содержания поясняет вид данных, настраиваемых в ходе персонализации. В этой категории простой НКМ может быть текстом, картинкой или условным графическим обозначением (УГО). При персонализации такие элементы наполняются соответственно текстовыми данными, растровыми или векторными изображениями. Данная категоризация не полная, допускает возможность НКМ с иным видом содержания.

Поставщик определяет категории содержания, указывая принадлежность персональных данных. По поставщику простой НКМ независимо от содержания и источника может иметь следующие категории: «участник», «проект», «событие». НКМ-участник отражает персональные данные лиц или организаций, принимающих участие в проекте: исполнителя, консультанта, контролёра и т.п. НКМ-проект отражает данные проекта: проектные требования, проектные решения и т.п. НКМ-событие отражает существенные моменты процесса проектирования: начало, завершение, контрольные моменты для стадии, этапа, действия и т.п.

Формат определяет категорию формы существования НКМ внутри КД и технические особенности размещения содержания при персонализации. Независимо от содержания, источника и поставщика простой НКМ может относиться к категориям: «элемент», «текст элемента», «атрибут», «значение атрибута».

Далее рассматриваются КД, выполненные в открытых *XML*-форматах. Для категории «элемент» в процессе настройки НКМ необходимо сформировать *XML*-элемент и вставить его в определённое место внутри КД. Это самый гибкий формат, поскольку *XML*-элемент может включать в себя как текстовое содержимое и атрибуты, так и другие вложенные эле-

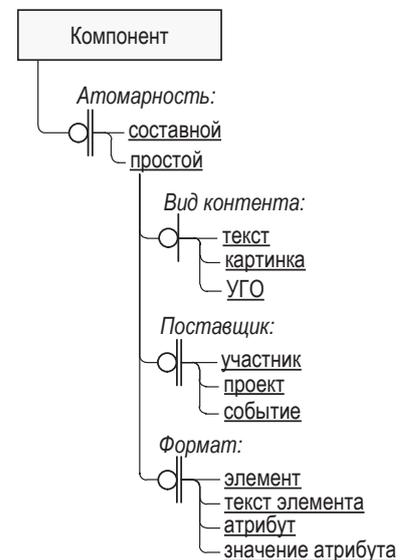


Рисунок 4 – Категории класса «компонент»

менты. Для категории «атрибут» необходимо сформировать XML-атрибут и прикрепить его к определённому XML-элементу внутри КД. Для остальных категорий сформированный текст размещается в виде текстового содержимого определённого XML-элемента или в виде значения определённого XML-атрибута некоторого XML-элемента.

Класс «компонент в макете» (рисунок 5). Экземпляры этого класса подразделяются по признакам обязательности и кратности.

Обязательность — НКМ может быть обязательным или опциональным. В отличие от обязательного опциональный НКМ может отсутствовать в конкретном экземпляре макета, т.е. решение о его наличии/отсутствии должно приниматься по определённым правилам в ходе персонализации.

Кратность задаёт категоризацию НКМ по признаку атомарности/структурности.



Рисунок 5 – Категории «компонент в макете»

2.4 Запросы

Понятие «запрос» определяет источник содержания для заполнения НКМ при персонализации. Каждому простому НКМ соответствует один запрос, в то время как один конкретный запрос может поставлять содержание в несколько НКМ. Понятию запроса соответствуют два класса сущностей:

- запрос — как тип, специфицирующий извлечение содержания для определённого типа НКМ (сам запрос не может быть выполнен, т.к. требует задания определённых параметров при использовании в конкретном персонализированном макете);
- исполняемый запрос (ИЗ) — запрос как воплощение некоторого типа запроса, т.е. это - экземпляр запроса некоторого типа, в котором заданы все требуемые параметры и который может быть выполнен для получения конкретных персональных данных.

На рисунке 6 представлены категории запроса в зависимости от источника.

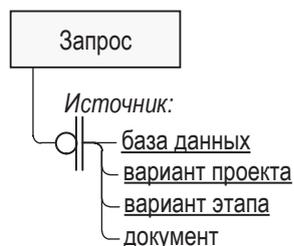


Рисунок 6 – Категории класса «запрос»

База данных — запрос к некоторой БД: с какой БД и каким образом следует установить соединение, к каким объектам БД нужно обратиться и какие сведения из них извлечь. Для конкретизации такого запроса необходимо идентифицировать текущее исполнение проекта.

Вариант проекта — запрос на выборку определённых данных из варианта проекта: к каким элементам варианта проекта нужно обратиться и какие сведения извлечь. Для конкретизации такого запроса необходимо идентифицировать конкретный вариант проекта для исполнения проекта.

рианта проекта для исполнения проекта.

Вариант этапа — запрос на выборку определённых данных из варианта этапа проекта: к каким элементам варианта этапа проекта нужно обратиться и какие сведения извлечь. Для конкретизации такого запроса необходимо идентифицировать конкретный вариант этапа для этого исполнения проекта.

Документ — запрос на выборку определённых данных из некоторого документа в репозитории КД: путь доступа к определённому типу документа в репозитории, а также путь доступа к определённым данным внутри документа. Для конкретизации запроса необходимо идентифицировать конкретное исполнение проекта.

3 Концептуальная схема УП

На основе рассмотренных классов (см. рисунки 3–6) построена концептуальная схема для УП на основе персонализированных шаблонов-макетов (рисунок 7). На схеме отражены только те из рассмотренных категорий, которые участвуют в отношениях классов.

Схема содержит рассмотренные классы: *П* — проект; *Э* — этап проекта; *ВП* — вариант проекта; *ВЭ* — вариант этапа; *М* — макет; *ПМ* — персонализированный макет; *ГД* — готовый КД; *К* — компонент; *КМ* — компонент в макете; *З* — запрос; *ИЗ* — исполняемый запрос. На схеме также представлены классы:

Д (документ) задаёт типы КД, разработка которых предусмотрена в ходе УП;

ДЭ (документ на этапе) указывает, какие документы *Д* должны быть разработаны на тех или иных этапах проекта *Э*;

И (исполнение проекта) задаёт конкретные экземпляры УП, когда некоторый вариант *ВП* проекта *П* выполняется студентом;

ИЭ (исполнение этапа) задаёт экземпляры, соответствующие выполнению некоторого этапа проекта *Э*, для которого назначен вариант этапа *ВЭ* в проекте *И*.

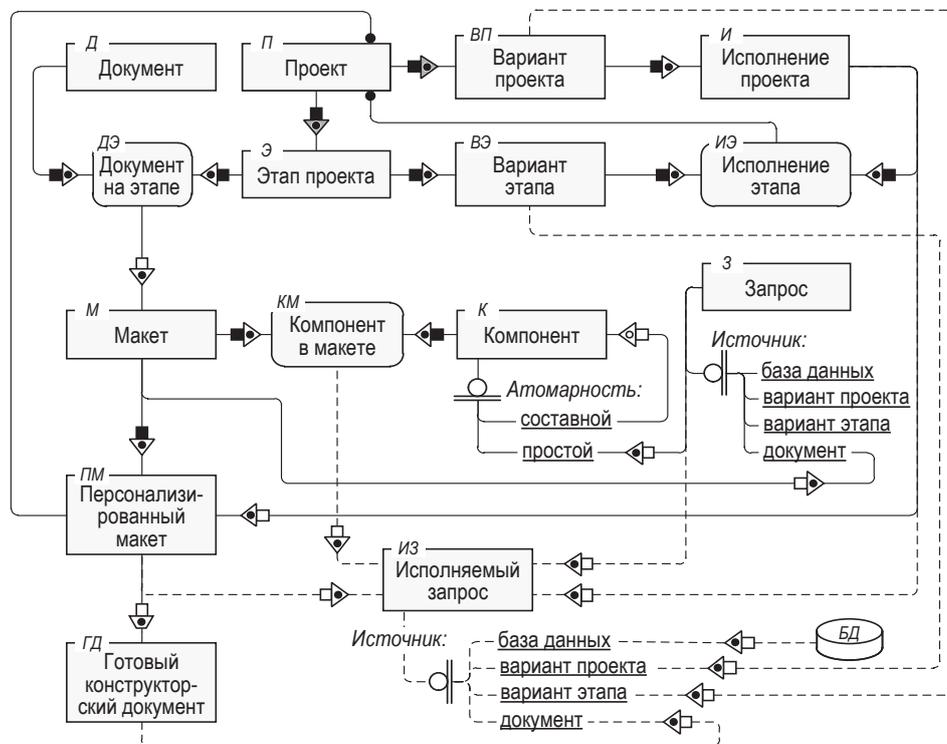


Рисунок 7 – Концептуальная схема УП на основе персонализированных шаблонов

3.1 Ограничения отношений

Концептуальная схема содержит ряд ограничений на отношения классов.

Отношения «многие-ко-многим». Классы *ДЭ*, *ИЭ*, *КМ* содержат экземпляры, соответствующие парам экземпляров своих родителей. Так, экземпляр *ДЭ* соответствует паре «экземпляр документа — экземпляр этапа проекта»; экземпляр *ИЭ* соответствует паре «экземпляр варианта этапа — экземпляр исполнения проекта»; экземпляр *КМ* соответствует паре «экземпляр компонента — экземпляр макета». Экземпляры этих классов идентифицируются

через связи от своих родителей (являются «полными иждивенцами» — скруглённые прямоугольники). Эти классы задают связи типа многие-ко-многим между своими родителями: например, одному экземпляру макета M может соответствовать ноль, один или несколько экземпляров компонента K ; одному экземпляру компонента K может соответствовать ноль, один или несколько экземпляров макета M .

«Бездетность» в отношениях «родитель–ребёнок». Большинство связей родитель–ребёнок допускает возможность экземпляров родителей, для которых отсутствуют экземпляры детей (белый фон треугольника в символе связи). Исключение составляют связи $П \rightarrow Э$ и $П \rightarrow ВП$ (серый фон треугольника в символе связи). Связь $П \rightarrow Э$ означает, что у каждого проекта $П$ есть по крайней мере один этап $Э$. Аналогично связь $П \rightarrow ВП$ означает, что у каждого проекта $П$ есть по крайней мере один вариант $ВП$. Следует отметить, что для схожей по смыслу связи $Э \rightarrow ВЭ$ это ограничение отсутствует.

«Сиротство» в отношениях «родитель–ребёнок». Связи этого типа не допускают сирот за исключением рекурсивной связи $К \rightarrow К$. Данная связь имеет иерархическую структуру составных компонентов $К$, указывая для компонента его компонент-родитель. Сироты здесь необходимы для исключения бесконечной рекурсии.

Условное отношение «родитель–ребёнок». Связь $ПМ \rightarrow ГД$ имеет ограничение на количество возможных детей — у одного родителя допускается не более одного ребёнка. Это ограничение отражает тот факт, что конкретный экземпляр $ПМ$ ещё не доведён до уровня готового $КД$.

Ограничение общего предка. Ограничение этого вида задано на схеме с помощью связей в виде символа связи с тёмным концевым кружком, где кружок указывает на класс-предок для исходного класса. На схеме представлено два таких ограничения: $ПМ \bullet \rightarrow П$ и $ИЭ \bullet \rightarrow П$. Ограничение общего предка требует, чтобы для каждого экземпляра исходного класса соответствующие экземпляры класса-предка совпадали для всех путей, ведущих из исходного класса в класс-предок.

На схеме показаны два пути из класса $ПМ$ в класс $П$ в направлении предка: $ПМ \rightarrow М \rightarrow ДЭ \rightarrow Э \rightarrow П$; $ПМ \rightarrow И \rightarrow ВП \rightarrow П$. Для каждого из путей каждому экземпляру $ПМ$ соответствует один и только один экземпляр $П$ (переходы от ребёнка к родителю при отсутствии сирот). Согласно схеме движение по разным путям не всегда приведёт к одному и тому же предку. Однако в данном случае необходимо, чтобы каждому экземпляру $ПМ$ всегда, независимо от пути, соответствовал один и тот же экземпляр проекта $П$. Это обеспечивается благодаря ограничению общего предка.

На схеме показаны два пути из класса $ИЭ$ в класс $П$: $ИЭ \rightarrow ВЭ \rightarrow Э \rightarrow П$; $ИЭ \rightarrow И \rightarrow ВП \rightarrow П$. Каждому экземпляру $ИЭ$ соответствует один и только один экземпляр $П$, и не гарантируется, что движение по разным путям всегда приведёт к одному и тому же предку. В данном случае необходимо, чтобы каждому экземпляру варианта исполнения $ВИ$ всегда, независимо от пути, соответствовал один и тот же экземпляр проекта $П$. Ограничение общего предка гарантирует выполнение этого требования.

3.2 Виртуальные отношения

Класс $ИЗ$ содержит экземпляры, возникающие в ходе персонализации экземпляров $ПМ$, для заполнения содержанием настраиваемых компонентов, относящихся к категории простой. Связи класса $ИЗ$ заданы на рисунке 7 с помощью пунктирных соединительных линий. Так отмечают виртуальные связи — отношения, которые выводятся из других отношений схемы и поэтому являются избыточными.

Пусть на момент персонализации компонента:

$из_t$ — экземпляр исполняемого запроса: $из_t \in ИЗ$;

u_t — экземпляр исполнения проекта, $u_t \in И$;

$пм_t$ — экземпляр персонализируемого макета, $пм_t \in ПМ$;

$км_t$ — экземпляр компонента в макете, соответствующий экземпляру простого компонента: $км_t \in КМ$, $cat(км_t \wedge К | \text{'атомарность'}) = \text{'простой'}$, где выражение типа $x \wedge Y$ обозначает операцию получения родителя экземпляра x в классе Y ;

$з$ — экземпляр запроса, являющийся предком экземпляра $км_t$: $з \in З$, $з = км_t \wedge К \wedge З$.

Тогда экземпляр связи:

$ПМ \rightarrow ИЗ$ соответствует паре экземпляров $(пм_t, из_t)$;

$КМ \rightarrow ИЗ$ соответствует паре экземпляров $(км_t, из_t)$;

$З \rightarrow ИЗ$ соответствует паре экземпляров $(з, из_t)$;

$И \rightarrow ИЗ$ соответствует паре экземпляров $(u_t, из_t)$.

Спецификация запроса берётся из экземпляра $з$. Для источника данных категория экземпляра $из_t$ совпадает с категорией экземпляра $з$. Параметры запроса, общие для всех категорий $из_t$, берутся из экземпляра u_t . В зависимости от категории экземпляра $из_t$:

- для категорий «БД» и «документ» общих параметров достаточно для выполнения запроса;
- для категории «вариант проекта» требуется соответствующий экземпляр $вп$, $вп \in ВП$, который определяется как родитель экземпляра u_t : $вп = u_t \wedge ВП$;
 - для категории «вариант этапа» требуется соответствующий экземпляр варианта $вэ$, $вэ \in ВЭ$, который определяется следующим образом. Для экземпляра макета $м$ отыскивается экземпляр этапа проекта $э$, $э \in Э$, как $э = м_t \wedge ДЭ \wedge Э$. Далее отыскивается экземпляр $вэ$, для которого $э$ является предком ($э = вэ \wedge ВЭ \wedge Э$), а u_t — родителем ($u_t = вэ \wedge ИЭ$). Это можно задать предикатом: $вэ$: $вэ \in ВЭ$, $вэ \wedge Э = м_t \wedge ДЭ \wedge Э$, $\exists из$: $из \in ИЗ$, $из \wedge Э = u_t \wedge ДЭ \wedge Э$, где \exists — квантор существования. При этом ограничения идентификации и общего предка, заданные на схеме для класса $ИЗ$, гарантируют, что возможно не более одного экземпляра $вэ$, удовлетворяющего этому условию.

4 Информационная система поддержки УП

На основе концептуальной схемы разработана информационная системы (ИС) поддержки УП на базе персонализированных шаблонов КД.

4.1 Ситуационно-ориентированная парадигма

ИС поддержки УП основана на ситуационно-ориентированной парадигме [36, 37]. Архитектура ситуационно-ориентированной среды показана на рисунке 8.

Обработка данных в рамках этой парадигмы основана на интерпретации иерархической ситуационной модели *HSM* (*Hierarchical Situation Model*), представляющей собой совокупность иерархически упорядоченных субмоделей. Каждая субмодель содержит набор элементов-состояний, с которыми ассоциированы элементы:

- переходы, задающие условия смены текущих состояний;
- акции, определяющие действия в текущих состояниях;
- виртуальные документы, отображающие внешние источники данных в различных форматах во внутреннее представление;
- объекты обработки, обеспечивающие преобразование виртуальных документов.

На каждом цикле отслеживаются переходы текущего состояния активных субмоделей, выполняются ассоциированные с текущими состояниями акции, обрабатываются виртуальные документы. Для обработки виртуальных документов соответствующие им реальные данные загружаются в объекты обработки в формате *XML* или *JSON*. Результаты обработки выгружаются через виртуальные документы.

Концепция виртуальных документов обеспечивает единообразную совместную обработку внешних источников данных различных форматов. Автоматизированная ИС в задаче поддержки персонализированных шаблонов обрабатывает данные из следующих источников:

- персональные данные зарегистрированных студентов из БД *MySQL*, а также из веб-сервисов ИС университета;
- модели вариантов заданий в виде документов в формате *XML*;
- персональные задания, сведения о выполнении этапов проекта, замечаниях руководителя в виде документов в формате *XML*;
- шаблоны-макеты КД, персонализированные шаблоны, готовые КД в виде графических и текстовых документов в форматах *Visio* (*VDX* — открытый формат в виде файлов *XML*, *VSDX* — открытый формат в виде *ZIP*-архива файлов *XML*) и *Word* (*WSDX* — открытый формат текстовых документов в виде *ZIP*-архива файлов *XML*).

Персонализация шаблона-макета выполняется путём преобразования *XML*-данных, загруженных в объект обработки, через отображение виртуального документа. Преобразование данных выполняется через программный интерфейс *DOM* (*Document Object Model* — объектная модель документа) или по технологии *XSLT* (*eXtensible Stylesheet Language Transformations* — язык преобразования *XML*-документов).



Рисунок 8 – Архитектура ситуационно-ориентированной среды

4.2 Подготовка персонализируемого шаблона графического КД

Шаблон-макет КД должен быть предварительно подготовлен так, чтобы программа персонализации могла локализовать в нём все НКМ и наполнить их соответствующим содержанием. Желательно, чтобы процесс подготовки шаблона разработчик мог выполнять в визуальной среде графического редактора, не погружаясь во внутреннюю структуру документа. Разработчик задаёт дизайн КД, используя выразительные возможности графического редактора, а ИС при персонализации наполняет содержанием НКМ из КД.

При подготовке макета различаются параметрический и структурный методы персонализации. При параметрической персонализации НКМ заранее размещается в макете, а в ходе персонализации настраиваются его параметры. При структурной персонализации изначально НКМ отсутствует в макете и вносится в него в ходе персонализации. Такой подход более сложный, но более универсальный. Параметрическая персонализация часто осуществляется на основе экземпляров или именованных графических фигур, а структурная — на основе якорей.

Экземплификант — это текстовая метка в макете, которая должна быть заменена конкретным значением при параметрической персонализации. Во многих случаях НКМ, соответствующие УГО, содержат текстовые фрагменты: имена, пояснения, числовые характери-

стики и т.п., которые подлежат персонализации. Если в макете такому текстовому фрагменту задать уникальное значение, то при персонализации ИС может отыскать в документе это значение и заменить его персональными данными. При этом не требуется учитывать внутреннюю структуру фигуры, соответствующей НКМ. Например, в *XML*-документе во всех текстовых узлах, содержащих строку «ФИО-исполнителя», эта строка заменяется, например, на строку «Иванов И. И.».

Именованная графическая фигура — это внутренняя структура, задающая в графическом документе НКМ и имеющая уникальное имя или свойство, что позволяет ИС отыскать её в шаблоне. ИС, учитывая внутреннюю структуру фигуры, заполняет в ней настраиваемые поля.

Якорь — это специальная фигура, которое указывает в макете КД место для размещения определённого содержания при персонализации. Якорь имеет уникальное имя или свойство, по которым ИС может найти его в шаблоне и заменить соответствующей фигурой НКМ. Такой способ используется при структурной персонализации в тех случаях, когда заранее неизвестно, какого типа УГО и сколько экземпляров потребуется внести в КД.

4.3 Модели доступа к элементам графических КД

Для персонализации требуется внесение данных в определённые места шаблона-макета, а для получения вносимых данных - извлечение данных из внутренней структуры КД. Решение подобной задачи зависит от формата КД, для чего требуются соответствующие модели доступа. В рассматриваемом случае используются КД, основанные на языке *XML*. Модели доступа к элементам графических КД ориентированы на используемые форматы векторной графики *VDX* и *VSDX* (рисунок 9).

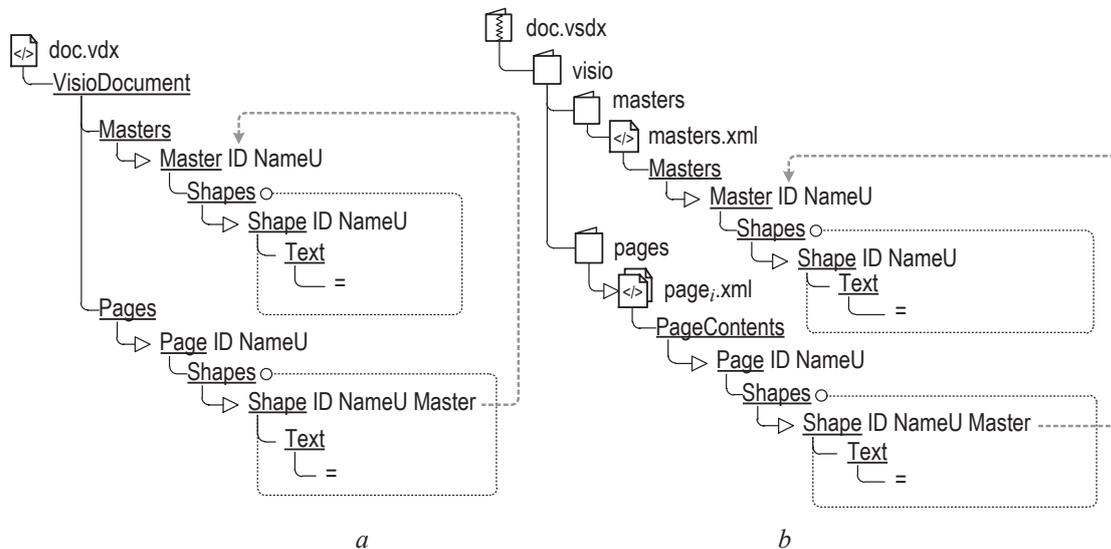


Рисунок 9 – Модели доступа к элементам графических документов в форматах *VDX* (a) и *VSDX* (b)

Модели представляют собой иерархическую структуру, ориентированную на язык *XML*, где имена *XML*-элементов подчёркнуты, а имена *XML*-атрибутов заданы списком после соответствующих *XML*-элементов. Модели содержат только те внутренние элементы и атрибуты документов, которые существенны для доступа к интересующим частям КД при внесении или извлечении данных.

Векторная графика в формате *VDX* (рисунок 9a) представляет собой файл с текстом, размеченным посредством языка *XML*. ИС в этом случае загружает и обрабатывает документ

целиком. Образцы собраны внутри *XML*-элемента *Masters*, а воплощения образцов *Shape* - на страницах документа *Pages/Page* внутри *XML*-элементов *Shapes*.

В формате *VSDX* (рисунок 9b) графический документ — это файл *ZIP*-архива, содержащий папки с *XML*-файлами, задающими отдельные части графического документа. Сведения о фигурах собраны в папке *visio*, внутри которой в папке *masters* размещён файл с образцами *masters.xml*, а в папке *pages* — файлы имеющихся в документе страниц (*page1.xml*, *page2.xml* и т.д.) с описанием размещённых на них фигур *Shape*. ИС в этом случае должна извлечь из *ZIP*-архива нужные файлы и обрабатывать их по отдельности.

Особенность рассматриваемых графических форматов состоит в том, что фигура, отображаемая на листе документа, представляется внутри документа в виде образца (*Master*), задающего общие свойства некоторого класса фигур, и в виде фигуры (*Shape*), являющейся воплощением образца и задающей его свойства. Фигуры могут содержать другие вложенные фигуры (рекурсивная необязательная связь от *XML*-элемента *Shape* к родительскому *XML*-элементу *Shapes*) и надписи, значения которых необходимо задавать при персонализации. Надпись фигуры обычно определяется текстовым содержимым *XML*-элемента *Text*, вложенного в *XML*-элемент *Shape*.

Представленные модели доступа используются для задания путей (с помощью *XPath*-выражений) к нужным местам внутри персонализируемых шаблонов КД при использовании технологий *DOM* или *XSLT*.

4.4 Пример

Рассмотренный подход к использованию персонализированных шаблонов в УП осуществлён в автоматизированной ИС поддержки курсового проектирования (АИС ПКП) по учебной дисциплине «Базы данных» на кафедре автоматизированных систем управления Уфимского университета науки и технологий. Система представляет собой веб-приложение (<http://hsm.ugatu.su/artem/dbproj>), функционирующее в ситуационно-ориентированной среде под управлением интерпретатора иерархических ситуационных моделей на платформе *LAMP* (*Linux* + *Apache* + *MySQL* + *PHP*).

УП по этой дисциплине предусматривает разработку концептуально-логических моделей БД для различных бизнес-процессов и ежегодно обслуживает примерно 250 студентов различных направлений в области информационных технологий. АИС предоставляет студентам возможность выполнять в онлайн режиме следующие действия:

- регистрироваться и вводить свои персональные данные;
- получать сгенерированное системой ТЗ;
- поэтапно получать персонализированные системой шаблоны КД;
- загружать на сервер КД, подготовленные на основе полученных шаблонов;
- знакомиться с отчётом сканера нормоконтроля о выявленных ошибках;
- получать замечания от преподавателя по результатам технического контроля;
- получать ссылки на методические материалы по теме проекта.

Возможности, предоставляемые преподавателю:

- назначать студенту вариант задания;
- получать на проверку подготовленные КД;
- запускать сканер плагиат-контроля для выявления плагиата в КД;
- знакомиться в репозитории с похожими КД;
- знакомиться с отчётом сканера нормоконтроля о выявленных ошибках;
- вводить замечания по результатам технического контроля загруженных КД;
- принимать загруженный КД и допускать студента к следующему этапу;
- получать аналитические отчёты о ходе УП.

Особенности работы АИС при персонализации:

- генерация персонализированных текстовых документов в формате *Word*: ТЗ, разделов пояснительной записки, текста программы, аналитических отчётов;
- генерация персонализированных шаблонов графических КД в формате *Visio* (учебный проект включает до 12 этапов, на 8 из них предусмотрена разработка графических моделей БД);
- внедрение в фигуры персонализированного шаблона цифровых водяных знаков, идентифицирующих исполнителя для выявления плагиата в графических КД.

На рисунке 10 приведён фрагмент КД, выполненного на основе персонализированного шаблона. На фрагменте представлена основная надпись КД и часть таблицы переименований.

90	=Вид задания=	=Задание ремонта\ОПРИ=	=Обувь в приеме=	=Характеристика обуви:ОП*Х=		
	=Вид материала=	=Материал=	=Обувь в приеме=	=Задание ремонта\ОПРИ=		
	=Вид обуви=	=Обувь в приеме=	=Вид операции:СПР=	=Операция=		
	=Вид операции=	=Операция=	=Вид материала:СПР=	=Материал=		
	=Вид претензии=	=Претензия к обуви:ОВЫД*ВИДП=	=Материал=	=Материал для операции:ОПЗ*М=		
	=Выдача=	=Обувь в выдаче\ВЫД=	=Операция в задании:ЗАД*ОПЕР=	=Материал для операции=		
	=Должность=	=Приемщик=	=Операция=	=Операция в задании:ЗАД*ОПЕР=		
	=Должность=	=Мастер=	=Вид претензии:СПР=	=Претензия к обуви:ОВЫД*ВИДП=		
	=Должность=	=Контролер=	=Обувь в выдаче:ВЫД*ОПРИ=	=Претензия к обуви:ОВЫД*ВИДП=		
100	=Должность=	=Приемщик=	=Выдача:ПР=	=Обувь в выдаче:ВЫД*ОПРИ=		
	=Задание ремонта=	=Операция в задании:ЗАД*ОПЕР=	=Прием=	=Обувь в приеме=		
	=Категория=	=Клиент=	=Приемщик:СОТР=	=Выдача:ПР=		
	=Клиент=	=Прием=	=Клиент=	=Выдача:ПР=		
2022-2.5.БД.КР.ПИ-326.20130090						
				Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка концептуально-логических моделей базы данных бизнес-процесса	
Разработал	Хасанов Р.А.			18.09.22		
Проверил	Миронов В.В.					
				Лист 1		Листов 1
				Модель глобальная «сущность-связь»		ФГБОУ ВО «УГАТУ»

Рисунок 10 – Фрагмент КД, подготовленного на основе персонализированного шаблона

Поля основной надписи относятся к категории простых (атомарность), к категории текстовых (содержание), к категории текстового содержимого *XML*-элемента (формат). Заполнение этих полей в ходе персонализации выполняется методом экземплификантов, поскольку их легко пометить в исходном макете уникальными строками символов. Поля основной надписи относятся к категории ситуационно-независимых, для их заполнения не требуется учитывать результаты предшествующих этапов УП. Поля двух левых столбцов таблицы переименований являются ситуационно-зависимыми. Таблица переименований составляется с целью обеспечения межэтапной прослеживаемости изменений имён объектов в ходе проектирования. Эти столбцы содержат имена сущностей и их атрибутов, использовавшихся на предыдущем этапе проектирования, а правые столбцы — соответствующие им изменённые имена данного этапа. Для заполнения левых столбцов ИС сканирует фигуры в КД предыдущего этапа, извлекает имена и заносит их в таблицу переименований. Поля таблицы переименований заполняются в ходе персонализации методом именованных графических фигур

(в данном случае — заранее размещённых в макете текстовых полей, имена которых содержат числовой индекс, используемый ИС для локализации объекта).

Заключение

В статье представлены результаты исследования онтологических аспектов применения персонализированных шаблонов в УП. В основе предлагаемого подхода к созданию персонализируемых шаблонов лежит введённое понятие НКМ КД, для которых задаются запросы к источникам персонализированного содержания. На основе концептуальной схемы разработана ИС поддержки УП на базе персонализированных шаблонов КД. Применение персонализированных шаблонов снижает трудоёмкость рутинных операций оформления КД. Полученные результаты применяются в учебном процессе в автоматизированной ИС поддержки курсового проектирования.

Список источников

- [1] *Сергеев И.А., Бельтюков А.П.* Модель автоматизации анализа различных групп документов для синтеза структуры документа в зависимости от вида деятельности // Системная инженерия и информационные технологии. 2022. Т.4, №1(8). С.5–11. DOI: 10.54708/26585014_2022_4185.
- [2] *Козырев Д.Б.* Особенности практического использования информации в системе сквозного проектирования на этапе технологической подготовки производства // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2019. № 4 (16). С. 122–130. DOI: 10.25729/2413-0133-2019-4-10.
- [3] *Бойков А.А.* О реализации автоматического нормоконтроля графической части конструкторских документов для одного класса чертежей деталей // Физико-техническая информатика (СРТ2020). 2020. С. 332–339.
- [4] *Антонов В.В., Конев К.А.* Система поддержки принятия решений для бизнес-процесса внутреннего аудита качества предприятия // Онтология проектирования. 2022. Т.12, № 1(43). С.106–116. DOI 10.18287/2223-9537-2022-12-1-106-116.
- [5] *Салтанова М.А.* Особенности разработки конструкторской документации в системе *E3.series* // Математическое моделирование и информационные технологии. 2020. С. 105–105.
- [6] *Цыганков Д.Э., Шайхеева Г.Р., Горбачев И.В.* Внесение конструкторских данных в проектное решение и их модификация в задачах геометрического моделирования // Вестник Концерна ВКО Алмаз-Антей. 2021. №1(36). С.85–92.
- [7] *Грибова В.В., Паршкова С.В., Федорищев Л.А.* Онтологии для разработки и генерации адаптивных пользовательских интерфейсов редакторов баз знаний // Онтология проектирования. 2022. Т.12, №2(44). С.200–217. DOI 10.18287/2223-9537-2022-12-2-200-217.
- [8] *Асабин К.А., Гурин И.А., Куят А.А.* Разработка веб-сервиса для заполнения шаблонов Microsoft Word на платформе *.NET Core* // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве (ТИМ'2021). Екатеринбург, 2021. С.186–190.
- [9] *Muradyan V., Efimenko E.* Actual problems of the design documentation development for capital repairs or reconstruction of capital structural facilities // E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2021. 281: 02013. DOI:10.1051/e3sconf/202128102013.
- [10] *Theunissen T., Hoppenbrouwers S., Overbeek S.* Approaches for Documentation in Continuous Software Development // Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly. 2022. № 32. С.1–27.
- [11] *Гвоздев В.Е., Бежаева О.Я., Сафина Г.Р.* Многоаспектное моделирование ситуаций в задачах обеспечения функциональной безопасности аппаратно-программных комплексов // Онтология проектирования. 2023. Т.13, №1(47). С.125–138. DOI 10.18287/2223-9537-2023-13-1-125-138.
- [12] *Плеханов С.В., Прытков А.Н., Бабаев С.Э.* Персонализация как неотъемлемый аспект деятельности современной организации // Парадигмы управления, экономики и права. 2020. №1(3). С.49–56.
- [13] *Сохраняева Т.В.* Стратегия массовой персонализации в современном образовании // *Человек*. 2021. Т.32, №2. С.30–40. DOI:10.31857/S023620070014857-9.
- [14] *Колобов О.С. и др.* Персонализация электронных услуг на примере рекомендательного сервиса библиотеки // Информационные технологии, компьютерные системы и издательская продукция для библиотек. 2022. С. 35–40.

- [15] **Щербинин М.К., Зеленко Л.С.** Разработка механизма персонализации отчетов программного комплекса «Комплекс охраны труда» и web-приложения для их конфигурирования // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020): Тр. Междунар. науч.-техн. конф. Самара, 2020. С.76–78.
- [16] **Болодурина И.П., Парфенов Д.И., Шухман А.Е., Забродина Л.С.** Автоматизированное машинное обучение: обзор возможностей современных платформ анализа данных // Системная инженерия и информационные технологии. 2021. Т.3, №1(5). С.50–57.
- [17] **Кащина Ж.Е.** Персонализация как вероятное будущее корпоративной отчетности // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. 2021. № 2. С.16–23.
- [18] **Abdullayev G.** Algorithmically and programming management of designing process of flexible manufacture system // Системная инженерия и информационные технологии. 2021. Т.3, №1(5). С.20–28.
- [19] **Вихарев А.В., Коровкина Е.В.** Информационные технологии создания персонализированного контента с использованием средств окулографического мониторинга // Тинчуринские чтения — 2022. Энергетика и цифровая трансформация. Казань, 2022. С. 28–31.
- [20] **Goldenberg D. et al.** Personalization in practice: Methods and applications. In: Proc. 14th ACM Int. Conf. on Web Search and Data Mining. 2021. P. 1123-1126. DOI:10.1145/3437963.3441657.
- [21] **Jain G., Paul J., Shrivastava A.** Hyper-personalization, co-creation, digital clienteling and transformation // J. of Business Research. 2021. Vol. 124. P. 12-23. DOI:10.1016/j.jbusres.2020.11.034.
- [22] **Saniuk S., Grabowska S., Gajdzik B.** Personalization of products in the Industry 4.0 concept and its impact on achieving a higher level of sustainable consumption. *Energies*. 2020. Vol.13, no.22. P.5895. DOI: 10.3390/en13225895.
- [23] **Aretxabaleta M. et al.** Automation of measurements for personalized medical appliances by means of CAD software — application in robin sequence orthodontic appliances. *Bioengineering*. 2022. V.9, no.12. P.773. DOI: 10.3390/bioengineering9120773.
- [24] **Львов Л.В.** Персонализация в образовании в условиях цифровой трансформации жизни // Теоретико-методологические и прикладные проблемы науки о человеке и обществе в условиях цифровой трансформации жизни: Материалы Междунар. науч.-иссл. конф. Челябинск, 2020. С. 134–136.
- [25] **Прохорова М.П., Шкунова А.А., Гуреева Е.П.** Средства персонализации образовательного процесса в рамках электронных курсов // Проблемы современного педагогического образования. 2021. №71-3. С.183–187.
- [26] **Аникьева М.А.** Применение графов знаний в образовательной среде для персонализированного обучения // Информатика и образование. 2021. № 10. С. 33–42.
- [27] **Блатова Т.А., Макаров В.В.** Персонализированная модель образования на базе технологии цифровых двойников // Национальная концепция качества: государственная и общественная защита прав потребителей: Сб. тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. СПб, 2019. С. 9–13.
- [28] **Романов А.А., Волчек Д.Г.** Анализ данных о поведении пользователей в системах электронного обучения. *Онтология проектирования*. 2020. Т.10, №1(35). С.100–111. DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-1-100-111.
- [29] **Муромцев Д.И.** Модели и методы индивидуализации электронного обучения в контексте онтологического подхода. *Онтология проектирования*. 2020. Т.10, №1(35). С.34–49. DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-1-34-49.
- [30] **Alamri H.A., Watson S., Watson W.** Learning technology models that support personalization within blended learning environments in higher education. *Tech Trends*. 2021. V.65. P.62–78. DOI: 10.1007/s11528-020-00530-3.
- [31] **Лосев В.Г.** Современные способы персонализации документов // II Минские криминалистические чтения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 2020): в 2 ч. Минск, 2020. Ч. 2. С. 147–150.
- [32] **Миронов В.В., Шакирова Г.Р., Яфаев В.Э.** Иерархическая модель персонализированных документов и её XML-реализация // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2008. Т.11. №1. С.164–174.
- [33] **Миронов В.В., Гусаренко А.С. и др.** Создание персонализированных документов на основе ситуационно-ориентированной базы данных // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2014. Т. 18. № 4 (65). С.191–197.
- [34] **Миронов В.В., Гусаренко А.С., Тугузбаев Г.А.** Ситуационно-ориентированные базы данных: формирование персонализированных графических документов для поддержки учебного проектирования // *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2020. Т.8. №2(29). 18 р. DOI: 10.26102/2310-6018/2020.29.2.013.
- [35] **Миронов В.В., Гусаренко А.С., Тугузбаев Г.А.** Извлечение семантической информации из графических схем // *Информатика и автоматизация*. 2021. Т.20. №4. С.940–970. DOI: <https://doi.org/10.15622/ia.20.4.7>.
- [36] **Миронов В.В., Юсупова Н.И., Гусаренко А.С.** Ситуационно-ориентированные базы данных: современное состояние и перспективы исследования // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2015. Т.19. №2(68). С.188–199.

- [37] **Миронов В.В., Гусаренко А.С., Юсупова Н.И.** Структурирование виртуальных мультидокументов в ситуационно-ориентированных базах данных с помощью entry-элементов // Труды СПИИРАН. 2017. №4(53). С.225–242. DOI: 10.15622/sp.53.11.

Сведения об авторах



Миронов Валерий Викторович, 1952 г. рождения. Профессор кафедры автоматизированных систем управления Уфимского университета науки и технологий. Диплом радиофизика (Воронежский государственный ун-т, 1975). Д-р техн. наук (1995). Область научных интересов: иерархические модели и ситуационное управление. ORCID: 0000-0002-0550-4676. AuthorID (РИНЦ): 691759. Author ID (Scopus): 57192962687. Researcher ID (WoS): AAB-9377-2022. mironov@list.ru ✉



Гусаренко Артем Сергеевич, 1987 г. рождения. Доцент кафедры автоматизированных систем управления Уфимского университета науки и технологий. Диплом информатика-экономиста (Уфимский государственный авиационный технический ун-т, 2010). Канд. техн. наук (2013). Область научных интересов: ситуационно-ориентированные модели и базы данных. ORCID: 0000-0003-4132-6106. AuthorID (РИНЦ): 692073. Author ID (Scopus): 57192955402. Researcher ID (WoS): A-9304-2014. gusarenko@ugatu.su.



Тугузбаев Гаяз Ахтямович, 1982 г. рождения. Преподаватель кафедры управления в ОВД. Диплом магистра в области прикладной информатики (Уфимский государственный авиационный технический ун-т, 2017). Аспирантура в обл. информатики и вычислительной техники (Уфимский государственный авиационный технический ун-т, 2021). ORCID: 0000-0003-2036-6416. AuthorID (РИНЦ): 1105227. Author ID (Scopus): 57192962687. Researcher ID (WoS): GRR-9497-2022. hayaz1@mail.ru.

Поступила в редакцию 18.06.2023, после рецензирования 01.09.2023. Принята к публикации 08.09.2023.

The screenshot shows the website for the course project «Базы данных» (Databases) at UGATU. The page includes a navigation menu with sections like «ИНСТРУКЦИИ», «ВИДЕОУРОКИ ТЕОРИЯ», «ВИДЕОУРОКИ VISIO», and «ИНСТРУМЕНТЫ». The main content area features «НОВОСТИ, УКАЗАНИЯ И ОБЪЯВЛЕНИЯ» (News, Instructions and Announcements) with several entries regarding test schedules and submission instructions. On the right, there is a «Понедельная статистика» (Weekly statistics) table showing activity levels across different days of the week.

	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Вс
04.09.2023							195
							10
							1
28.08.2023							1
							43
							0
							22
10.07.2023							1
							22
							18
22.05.2023							81
							17
15.05.2023							36
							9
08.05.2023							30
							23
01.05.2023							1
							22
24.04.2023							95
							49
17.04.2023							47
							46
10.04.2023							21
							22
03.04.2023							137
							93
27.03.2023							113
							120
20.03.2023							159
							118
13.03.2023							

Редакция сочла уместным привести титульный экран разработанной ИС по дисциплине «Базы данных» для студентов Уфимского университета науки и технологии



Personalized engineering documentation templates in instructional design: ontological aspects and situation-based implementation

© 2023, V.V. Mironov¹✉, A.S. Gusarenko¹, G.A. Tuguzbaev²

¹ Ufa University of Science and Technologies, Ufa, Russia

² Ufa Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Ufa, Russia

Abstract

Information support for instructional design based on personalized automation is considered. Instructional design in a technical educational institution involves the development of engineering documentation, which includes, along with technical solutions, a significant amount of formal information provided for by standards and methodological requirements. Automated generation of personalized templates (blanks) of engineering documents makes it possible to reduce the labor intensity of routine stages of the instructional design process for students and teachers. The article discusses the conceptual scheme of this process, including the corresponding system of concepts and relationships connecting them taking into account the multivariance of design tasks and the multi-stage nature of design process. During personalization, the data of participants in the process, a version of the technical specifications, and related events are entered into the template. For multi-stage projects, templates are also personalized, considering technical decisions made at previous design stages. The implementation of the proposed concept of the instructional design process based on a situation-oriented approach is considered. The practical use of the results in the course design of database models involves the generation of personalized graphic documents in open formats of the Visio editor. The proposed personalization is focused on graphic documents in the form of diagrams and can be applied to drawings as well as text documents.

Key words: instructional design; engineering document; personalized template; situation-oriented approach; Visio open graphic formats.

For citation: Mironov VV, Gusarenko AS, Tuguzbaev GA. Personalized engineering documentation templates in instructional design: ontological aspects and situation-based implementation [In Russian]. *Ontology of designing*. 2023; 13(3): 333-351. DOI: 10.18287/2223-9537-2023-13-3-333-351.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

List of figures

- Figure 1 — The idea of personalizing engineering documents during instructional design
- Figure 2 — Classes and relations of the educational project
- Figure 3 — Engineering document template categories
- Figure 4 — The "Component" class categories
- Figure 5 — The "Component in Layout" class categories
- Figure 6 — The "Request" class categories
- Figure 7 — Conceptual diagram of the learning process based on personalized templates
- Figure 8 — Situation-oriented architecture
- Figure 9 — Models of access to elements of graphic documents in VDX (a) and VSDX (b) formats
- Figure 10 — Fragment of an engineering document prepared on the basis of a personalized template

References

- [1] **Sergeev IA, Belyukov AP.** A model for automating the analysis of various groups of documents for synthesizing the structure of a document depending on the type of activity [In Russian]. *System Engineering and Information Technologies*. 2022; 4(1): 5–11. DOI 10.54708/26585014_2022_4185.
- [2] **Kozyrev DB.** Features of the practical use of information in the system of end-to-end design at the stage of technological preparation of production [In Russian]. *Information and Mathematical Technologies in Science and Management*. 2019; 4(16): 122–130. DOI: 10.25729/2413-0133-2019-4-10.

- [3] **Boikov AA.** On the implementation of automatic normative control of the graphic part of design documents for one class of detail drawings [In Russian]. *Physical and Technical Informatics (CPT2020)*, 2020, pp.332–339.
- [4] **Antonov VV, Konev KA.** Decision support system for the business process of internal audit of enterprise quality [In Russian]. *Ontology of Designing*, 2022; 12(1): 106–116. DOI 10.18287/2223-9537-2022-12-1-106-116.
- [5] **Saltanova MA.** Features of the development of design documentation in the E3.series system [In Russian]. *Mathematical Modeling and Information Technologies*, 2020. P.105–105.
- [6] **Tsygankov DE, Shaikheeva GR, Gorbachev IV.** Introduction of design data into the design solution and their modification in problems of geometric modeling [In Russian]. *Bulletin of the Concern VKO Almaz-Antey*, 2021; 1(36): 85–92.
- [7] **Gribova VV, Parshkova SV, Fedorishchev LA.** Ontologies for the development and generation of adaptive user interfaces for knowledge base editors [In Russian]. *Ontology of Designing*, 2022; 12(2): 200–217. DOI 10.18287/2223-9537-2022-12-2-200-217.
- [8] **Asabin KA, Gurin IA, Kuyat AA.** Development of a web service for filling Microsoft Word templates on the .NET Core platform [In Russian]. *Heat Engineering and Informatics in Education, Science and Production (TIM'2021)*. Yekaterinburg, 2021, pp.186–190.
- [9] **Muradyan V, Efimenko E.** Actual problems of the design documentation development for capital repairs or reconstruction of capital structural facilities, E3S Web of Conferences. EDP Sciences, 2021; 281: 02013. DOI:10.1051/e3sconf/202128102013.
- [10] **Theunissen T, Hoppenbrouwers S, Overbeek S.** Approaches for documentation in continuous software development, *Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly*, 2022; 32: 1–27.
- [11] **Gvozdev VE, Bezhaeva OYa, Safina GR.** Multiaspect modeling of situations in tasks of ensuring the functional safety of hardware and software systems [In Russian]. *Ontology of Designing*, 2023; 13(1): 125–138. DOI 10.18287/2223-9537-2023-13-1-125-138.
- [12] **Plekhanov SV, Prytkov AN, Babaev SE.** Personalization as an integral aspect of the activity of a modern organization [In Russian]. *Paradigms of Management, Economics and Law*, 2020; 1(3): 49–56.
- [13] **Sokhranyaeva TV.** The strategy of mass personalization in modern education [In Russian]. *Chelovek*, 2021; 32(2): 30–40. DOI:10.31857/S023620070014857-9.
- [14] **Kolobov OS. et al.** Personalization of electronic services on the example of a library recommendation service [In Russian]. *Information Technologies, Computer Systems and Publishing Products for Libraries*, 2022, p.35–40.
- [15] **Shcherbinin MK, Zelenko LS.** Development of a report personalization mechanism for the Occupational Safety and Health Complex software package and web applications for their configuration [In Russian]. *Perspective Information Technologies (PIT 2020): Proc. Int. Sci.-Tech. Conf., Samara, 2020*, pp.76–78.
- [16] **Bolodurina IP, Parfenov DI, Shukhman AE, Zabrodina LS.** Automated machine learning: a review of the capabilities of modern data analysis platforms [In Russian]. *System Engineering and Information Technologies*, 2021; 3(1): 50–57.
- [17] **Kashchina ZHE.** Personalization as a probable future of corporate reporting [In Russian]. *Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Economics and Law*, 2021; 2: 16–23.
- [18] **Abdullayev G.** Algorithmically and programming management of designing process of flexible manufacture system [In Russian]. *System Engineering and Information Technologies*, 2021; 3(1): 20–28.
- [19] **Vikharev AV, Korovkina EV.** Information technologies for creating personalized content using oculo-graphic monitoring tools [In Russian]. *Tinchurinsky Readings - 2022. Energy and digital transformation. Kazan, 2022*, p.28–31.
- [20] **Goldenberg D. et al.** Personalization in practice: Methods and applications", in: *Proc. 14th ACM Int. Conf. on Web Search and Data Mining*, 2021, pp. 1123-1126. DOI:10.1145/3437963.3441657.
- [21] **Jain G, Paul J, Shrivastava A.** Hyper-personalization, co-creation, digital clienteling and transformation, *J. Business Research*, 2021; 124: 12-23. DOI:10.1016/j.jbusres.2020.11.034.
- [22] **Saniuk S, Grabowska S, Gajdzik B.** Personalization of products in the Industry 4.0 concept and its impact on achieving a higher level of sustainable consumption, *Energies*, 2020; 13(22): 5895. DOI: 10.3390/en13225895.
- [23] **Aretxabaleta M. et al.** Automation of measurements for personalized medical appliances by means of CAD software — application in robin sequence orthodontic appliances, *Bioengineering*, 2022; 9(12): 773. DOI: 10.3390/bioengineering9120773.
- [24] **Lvov LV.** Personalization in education in the conditions of digital transformation of life [In Russian]. *Theoretical, Methodological and Applied Problems of Science about Man and Society in the Conditions of Digital Transformation of Life: Proc. Int. Sci. Research Conf., Chelyabinsk, 2020*, pp. 134–136.
- [25] **Prokhorova MP, Shkunova AA, Gureeva EP.** Means of personalization of the educational process within the framework of electronic courses [In Russian]. *Problems of Modern Pedagogical Education*, 2021; 71-3: 183–187.
- [26] **Anik'eva MA.** The use of knowledge graphs in the educational environment for personalized learning [In Russian]. *Informatics & Education*, 2021; 10: 33–42.

- [27] **Blatova TA, Makarov VV.** Personalized education model based on digital twin technology [In Russian]. National Concept of Quality: State and Public Protection of Consumer Rights: Proc. Int. Sci.-Pract. Conf. St. Petersburg, 2019, pp.9–13.
- [28] **Romanov AA, Volchek DG.** Analysis of user behavior data in e-learning systems [In Russian]. *Ontology of Design*, 2020; 10(1): 100–111. DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-1-100-111.
- [29] **Muromtsev DI.** Models and methods of individualization of e-learning in the context of the ontological approach [In Russian]. *Ontology of Designing*, 2020; 10(1): 34–49. DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-1-34-49.
- [30] **Alamri HA, Watson S, Watson W.** Learning technology models that support personalization within blended learning environments in higher education, *Tech Trends*, 2021; 65: 62–78. DOI: 10.1007/s11528-020-00530-3.
- [31] **Losev VG.** Modern methods of personalization of documents [In Russian]. 2nd Minsk Forensic Readings: Proc. Int. Sci.-Pract. Conf. (Minsk, 2020). Minsk, 2020, part 2, pp. 147–150.
- [32] **Mironov VV, Shakirova GR, Yafaev VE.** Hierarchical model of personalized documents and its XML implementation [In Russian]. *Vestnik UGATU*, 2008; 11(1): 164–174.
- [33] **Mironov VV, Gusarenko AS et al.** Creation of personalized documents based on a situation-oriented database [In Russian]. *Vestnik UGATU*, 2014; 18(4): 191–197.
- [34] **Mironov VV, Gusarenko AS, Tuguzbaev GA.** Situation-oriented databases: the formation of personalized graphic documents to support educational design [In Russian]. *Modeling, Optimization and Information Technologies*, 2020; 8(2). DOI: 10.26102/2310-6018/2020.29.2.013.
- [35] **Mironov VV, Gusarenko AS, Tuguzbaev GA.** Extraction of semantic information from graphic schemes [In Russian]. *Computer Science and Automation*, 2021; 20(4): 940–970. DOI: <https://doi.org/10.15622/ia.20.4.7>.
- [36] **Mironov VV, Yusupova NI, Gusarenko AS.** Situation-oriented databases: current state and research prospects [In Russian], *Vestnik UGATU*, 2015; 19(2): 188–199.
- [37] **Mironov VV, Gusarenko AS, Yusupova NI.** Structuring virtual multidocuments in situationally oriented databases using entry-elements [In Russian]. *Proc. SPIIRAS*, 2017; 4(53): 225–240. DOI: 10.15622/sp.53.11.

About the authors

Valeriy Viktorovich Mironov (b. 1952). Professor of the Department of Automated Control Systems at the Ufa University of Science and Technology. Diploma of Radio physicist (Voronezh State University, 1975). Dr. Tech. Sci. (Ufa State Aviation Technical University, 1995). Area of scientific interests includes hierarchical models and situational management. ORCID: 0000-0002-0550-4676. Author ID (RSCI): 691759. Author ID (Scopus): 57192962687. ResearcherID (WoS): AAB-9377-2022. mironov@list.ru ✉

Artem Sergeevich Gusarenko (b. 1987). Associate Professor, Department of Automated Control Systems, Ufa University of Science and Technology. Diploma in computer science and economics (Ufa State Aviation Technical University, 2010). Cand. tech. Sciences (2013). Area of scientific interests includes situation-oriented models and databases. ORCID: 0000-0003-4132-6106. Author ID (RSCI): 692073. Author ID (Scopus): 57192955402. ResearcherID (WoS): A-9304-2014. gusarenko@ugatu.su

Gayaz Akhtyamovich Tuguzbaev (b. 1982). Lecturer at the Department of Management at the Department of Internal Affairs. Master's degree in applied informatics (Ufa State Aviation Technical University, 2017). Postgraduate studies in the field of Informatics and Computer Science (Ufa State Aviation Technical University, 2021). ORCID: 0000-0003-2036-6416. Author ID (RSCI): 1105227. Author ID (Scopus): 57192962687. ResearcherID (WoS): GRR-9497-2022. hayaz1@mail.ru

Received June 18, 2023. Revised September 1, 2023. Accepted September 8, 2023.