

## О ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИНСПЕКЦИОННО-ДОСМОТРОВОГО КОМПЛЕКСА

Шабунин А. Н.<sup>1</sup>, аспирант, ✉ [shandr52@gmail.com](mailto:shandr52@gmail.com), [orcid.org/0000-0001-6604-9710](https://orcid.org/0000-0001-6604-9710)  
Макаров А. А.<sup>1</sup>, доктор физ.-мат. наук, доцент, профессор, [a.a.makarov@spbu.ru](mailto:a.a.makarov@spbu.ru),  
[orcid.org/0000-0001-9539-6105](https://orcid.org/0000-0001-9539-6105)

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет,  
Университетская наб., д. 7-9, 199034, Санкт-Петербург, Россия

### Аннотация

Создание единой (комбинированной) методологии проектирования государственных информационных систем и ее нотации, а также использование эффективного инструментария при разработке проектов для целей органов государственной власти унифицирует процесс создания информационных систем в различных регионах Российской Федерации. Данная работа продолжает исследования авторов по разработке такой методологии и ее нотации, которые адаптируют существующие подходы к проектированию и разработке информационных систем для нужд различных ведомств органов государственной власти, позволяя сделать перенос методов проектирования из одного ведомства в другое. В работе рассматривается проект, посвященный проектированию информационной системы отечественного инспекционно-досмотрового комплекса для обеспечения таможенного осмотра и интроскопического контроля большегрузного транспорта, а также генерации комплекта соответствующих документов. В работе разрабатывается метод проектирования, использующий комбинированный подход, сочетающий в себе методологию функционального моделирования IDEF0 и методологию управления бизнес-процессами BPM, а также нотации BPMN и UML. Примером рассматриваемого в работе проекта является автоматизированный инспекционно-досмотровый комплекс для таможенных органов, позволяющий провести весь комплекс досмотровых мероприятий и генерацию комплекта документов о проведении таможенного осмотра. В работе представлены диаграммы проектной документации, которые были разработаны, запрограммированы и внедрены в рассматриваемый инспекционно-досмотровый комплекс. Практическая значимость заключается в значительном сокращении времени проведения таможенного осмотра, что позволяет снять нагрузку с персонала, ведет к уменьшению количества ошибок при оформлении документов, а также решает проблему импортозамещения и снижает эксплуатационные расходы по сравнению с импортными аналогами.

**Ключевые слова:** методология проектирования, государственные информационные системы, автоматизированное проектирование, инспекционно-досмотровые комплексы, ИДК, IDEF0, SADT, BPM, S-BPM, UML, workflow, RDF.

**Цитирование:** Шабунин А. Н., Макаров А. А. О проектировании информационной системы инспекционно-досмотрового комплекса // Компьютерные инструменты в образовании. 2023. № 2. С. 62–78. doi:10.32603/2071-2340-2023-2-62-78

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Работа по построению информационной системы электронного правительства в Российской Федерации началась в 2002 г. и активно продолжается. Систематический обзор литературы (331 источник) об электронных услугах, предоставляемых правительством для бизнеса (Government to Business E-Services) на территории Европы и Азии дан в работе [1]. Очевидно, что при разработке государственных информационных систем необходимо использовать особые подходы (см., например, [2–4]). Однако наличие обозначенных нормативно-правовых основ и технологических ресурсов не гарантирует их эффективного использования [5]. Здесь одним из ключевых факторов может явиться совершенствование методов и инструментов визуального моделирования [6]. Заметим, что по-прежнему отсутствуют развитые средства формальной спецификации электронных услуг [7]. Более того не сформулированы требования нотации проектирования электронных услуг, что ограничивает технологические возможности по сопоставлению и комплексному анализу моделей, в том числе предметными специалистами, не получившими специальную подготовку в области проектирования процессов управления. В основном разработка проектов производится по существующим технологическим решениям (см., например, [8, 9]) для негосударственного сектора без анализа пригодности использования их в целях проектирования информационных систем для нужд электронного правительства. При этом не учитывались особенности организаций, участвующих в предоставлении государственной электронной услуги, в частности:

- строгая иерархия сотрудников любого государственного ведомства;
- соответствие существующим регламентам функционирования ведомств, распространяющихся по всей территории РФ;
- строгое соблюдение правил прохождения процедур и оформления любых видов документов;
- строгое соблюдение закона (в ряде случаев коммерческая информационная система (ИС) не затрагивает принципов законности, поскольку является «внутренним делом» компании; для органов государственной власти (ОГВ) это не так);
- контроль финансовой отчетности (для ОГВ ошибки в финансировании влекут более тяжелые последствия, чем для коммерческих организаций, вследствие использования бюджетных средств и более массового использования для нужд населения).

Создание единой (комбинированной) методологии, ее нотации и использование эффективного инструментария для разработки проектов в целях ОГВ унифицируют процесс создания ИС в различных регионах. Отметим, что унификация разработки значительно упрощает последующий процесс генерации кода и делает возможным использование инструментальных средств автоматической генерации программного кода в случае однотипных систем. Данная работа продолжает исследования по разработке такой единой (комбинированной) методологии и ее нотации, которые адаптируют существующие подходы к проектированию ИС для нужд различных ведомств ОГВ, начатые в работах [10–12], в которых описывается проектирование ИС для распределения земельных участков в республике Карелия. В данной работе сделан перенос указанных в упомянутом проекте методов в другое ведомство. В частности, рассматривается проект, посвященный проектированию информационной системы инспекционно-досмотрового комплекса (ИДК) для обеспечения таможенного осмотра большегрузного транспорта и генерации комплекта соответствующих документов.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИДК

Основной сложностью, возникающей при создании инспекционно-досмотровых комплексов, является существенно ограниченная отечественная практика их проектирования, а в некоторых аспектах — отсутствие положительного опыта. ИДК является человеко-машинным программно-аппаратным комплексом непрерывного действия, в том числе включающим в себя программные модули для генерации таможенных документов и интегрирования их в единую государственную информационную систему, которая должна функционировать по «жестким» правилам, задаваемым существующими законодательными нормами в таможенной сфере и соответствующими внутренними нормативными и регламентирующими документами. Отметим, что на иностранные технологии наложены строгие ограничения, в лучшем случае возможна только покупка импортных комплексов вместе с дальнейшим сопровождением или вовсе с его отсутствием. Сложившаяся ситуация поставила проблему импортозамещения поставок досмотровой техники [13, 14]. В связи с вышеизложенным, задача заключалась в создании отечественного ИДК, включая методику проектирования, разработку и внедрение комплекса. При этом конечным результатом является автоматизированный инспекционно-досмотровый комплекс для таможенных органов, позволяющий провести весь комплекс досмотровых мероприятий и генерацию комплекта документов о проведении таможенного осмотра. Создание комплекса можно разделить на две части: информационную (проектирование регламентов, проектирование их реализации в составе информационно-вычислительного комплекса, создание информационной системы управления комплексом) и инженерную (создание стендов проверки, подбор и установку специального оборудования для интроскопии, имеющего соответствующие характеристики). В рамках данной статьи мы будем рассматривать только первую часть. Общая архитектура информационной системы ИДК представлена на рис. 1.

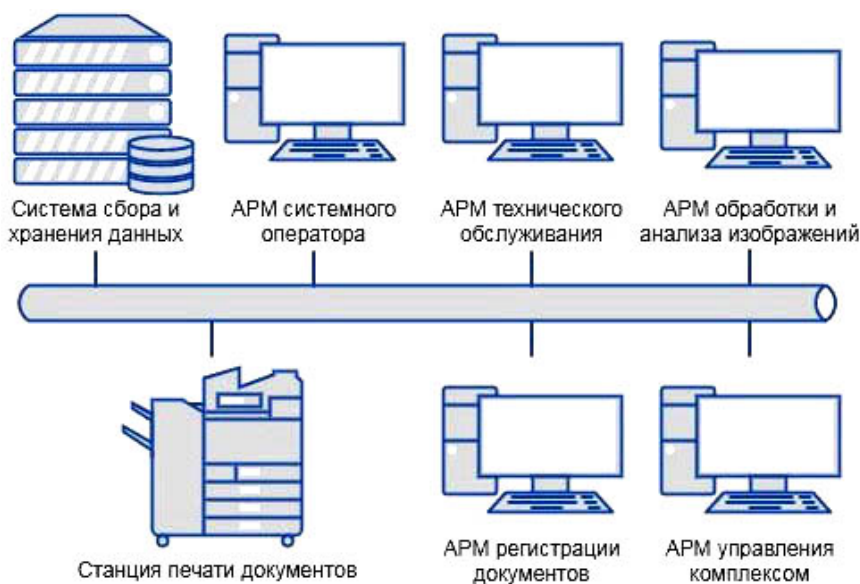


Рис. 1. Общая архитектура ИС ИДК

Использование ИДК значительно сокращает время осмотра большегрузного транспорта. Уменьшается как само время осмотра, так и подготовка контрольных документов,

которые до внедрения системы создавались вручную. ИДК включает набор универсальных методик и средств для их реализации. Таким образом, в состав проекта входят методологии и нотации проектирования, апробированные и адаптированные для проектирования ИС ИДК.

### 3. ВЫБОР МЕТОДОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИС ИДК

Известно, что стандартизовать процесс проектирования, основанный на визуальном моделировании, не удастся. Поэтому на практике приходится адаптировать существующие концепции для нужд конкретных проектов.

Анализ создания информационных систем для органов государственной власти [3] и обзор инструментальных средств описания бизнес-процессов [10] (например, таких как ARIS [15], BPEL [16], XPDL [17], UML [18] и др.) показал целесообразность создания единой (комбинированной) методологии, сочетающей в себе методологию функционального моделирования IDEF0 [19] и методологию управления бизнес-процессами BPM [20, 21]. Это обусловлено тем, что использование IDEF0 значительно упрощает процесс понимания руководителем модели бизнес-процессов и способствует проведению стратегии развития ведомства. Для более низких уровней, то есть уровней описаний алгоритма (сценария) выполнения процесса, данная нотация не подходит, и рациональнее использовать нотации класса рабочего процесса *workflow* (события, операторы логики, операции процесса, стрелки и т. п.).

Для более детального описания системы, особенно логики поведения отдельных ее компонент можно использовать стандарт UML, например, диаграммы последовательности, диаграммы конечных состояний и диаграммы деятельности. Стандарт функционального моделирования IDEF0 (Integrated Definition Function Modeling), основанный на методологии структурного анализа и проектирования SADT (Structured Analysis and Design Technique) [22], активно используется в практике моделирования бизнес-процессов в течение нескольких десятилетий. В методологии SADT система рассматривается как набор иерархически вложенных модулей (функций), фокусирующий внимание на входах, выходах, механизмах и средствах управления. Ключевым элементом в нотации является функция (действие); все остальные объекты и взаимодействия моделируются при помощи связей. К функциональному моделированию также относится метод рабочего процесса *workflow*, представляющий собой диаграмму потоков работ (Work Flow Diagram, WFD), используемую для описания бизнес-процессов нижнего уровня, на котором показывается временная последовательность выполнения работ в зависимости от получающихся результатов и событий, возникающих в ходе выполнения процесса. Здесь главным объектом описания становятся действия (работы), а не потоки данных, как, например, в диаграмме потоков данных (Data Flow Diagram, DFD). Его развитием является стандарт IDEF3. Стандарт объектно-ориентированного моделирования UML (Unified Modeling Language) [18] основан на графическом (визуальном) языке описания (специфицирования) процессов, представленных в виде набора объектов, взаимодействующих при помощи событий, сообщений и условий. Далее опишем преимущества и недостатки использования методологии управления бизнес-процессами (Business Process Management, BPM), которая включает в себя среду моделирования и нотацию BPMN (Business Process Model and Notation), а также инструменты для исполнения моделей BPMS (Business Process Modeling System). Заметим, что системы класса BPMS содержат в качестве одной из своих основных компонент *workflow*-системы, описывающие управление потоком работ и через него — управление бизнес-процессами.

#### Плюсы BPM:

- Возможность максимально детализировать действия людей и систем, необходимые для получения результата.
- Графические нотации наглядны, что позволяет понять особенности процессов в организации (компании) и увидеть их слабые места.
- Нотации подходят в качестве инструкции исполнителю, получающему однозначную последовательность действий, а графическое оформление (для большинства людей) — наиболее удобный для восприятия человеком (исполнителем) образ.
- Результат выполнения процесса стандартизирован и соответствует ожидаемому, что позволяет снизить влияние человеческого фактора на уровень сервиса или выполнения любых других видов работы.
- Методология BPM прекрасно проработана и стандартизирована. Инструменты методологии (нотации BPMN) интуитивно понятны людям, не получившим квалификации в области управления бизнес-процессами. Наличие стандартов и правил позволяет избегать ошибок при разработке.

#### Минусы BPM:

- Высокая степень детализации процессов мешает восприятию работы бизнеса для стратегического планирования. Поэтому необходимо использовать IDEF0 для верхних уровней проектирования.
- Модели, описанные в нотации BPMN, часто сложно собрать в связанную иерархию. Это еще один довод в пользу необходимости использования IDEF0 для верхних уровней проектирования.
- Нотации BPMN содержат более 100 символов, а модели получаются громоздкими и трудночитаемыми. Очевидны потребности в упрощении, отвечающие требованию «простого» моделирования процессов. Это явилось одной из причин появления субъектно-ориентированного подхода к управлению бизнес-процессами — Subject-oriented Business Process Management (S-BPM).
- Разработчик лишается «свободы маневра». У него появляется четко заданная последовательность действий с учетом всех возможных условий. Он не имеет права менять алгоритм, даже если результат окажется отличным от ожидаемого.
- Бизнес-процесс статичен и практически не подлежит корректировкам «изнутри». Разработчик получает четкую последовательность действий и уже не может проявить инициативу. В результате любую ошибку разработчики будут повторять из раза в раз, пока она не будет исправлена в самом бизнес-процессе.

Использование в качестве нотации уже имеющихся символов и правил (IDEF0, BPMN, UML) улучшает понимание проекта всеми сторонами (заказчик, исполнитель, аналитик, программист) и ведет к уменьшению времени проектирования (так как используются готовые нотации).

Для проектирования ИС ИДК предлагается использовать единую (комбинированную) методологию [11], включающую в себя субъекты и объекты, действия и процессы, административные ограничения, стандарт IDEF0 (значительно упрощает процесс понимания руководителем используемой модели бизнес-процессов и помогает проводить стратегию развития ведомства), BPMN нотации класса workflow для более низких уровней (уровней описаний алгоритма или сценария выполнения процесса), стандарт UML для более детального описания системы (особенно логики поведения отдельных ее компонент). Объединение всех перечисленных механизмов в комплексе дает возможность более гибко учитывать структурные особенности конкретных систем и соответственно позволяет

качественно улучшить их функционирование. Использование предложенной методологии структурирует, унифицирует и упрощает разработку программного обеспечения.

Заметим, что в упомянутую методологию добавлены объекты и субъекты (подробнее см. [11]). Вообще говоря, концепция «субъект-объект» была введена в такие нотации, как система описания ресурсов RDF [23], которая основана на триплетях вида «субъект-предикат-объект»; методология субъектно-ориентированного управления бизнес-процессами S-BPM [24] и некоторые другие. Однако их возможностей, например языков XML и RDF, недостаточно для описания всей структуры, всех связей и отношений используемых метаданных [25]. В этом случае приходится дополнительно использовать язык OWL [26], позволяющий создавать онтологии для описания метаданных в виде предварительно подготовленных формализованных семантических данных.

Несмотря на это, такие нотации успешно используются в коммерческих проектах, но не в полной мере подходят для реализации отечественных государственных программных проектов. В описываемом в работе проекте не применялась методология S-BPM в связи с тем, что она предполагает субъектно-ориентированный подход к управлению бизнес-процессами и опирается на давно проработанные в информатике математические методы, которые обеспечивают возможность немедленного преобразования процессных моделей в исполняемые приложения, но имеют позитивную динамику только при возможности многократного цикла усовершенствований, что невозможно при создании строгих систематизированных государственных информационных систем.

Отметим также подход модельно-ориентированной разработки (Model Driven Architecture, MDA [27]), при котором функциональные детали системы определяются путем последовательного преобразования модели в поддерживаемые технологии программирования. Непосредственное использование этого подхода затруднительно из-за существующих особенностей государственных информационных систем [7]. По другому принципу работает подход предметно-ориентированного моделирования (Domain Specific Modeling, DSM [28]), в основе которого лежит разработка специализированных предметных языков, при помощи которых создаются, верифицируются и валидируются модели под конкретные задачи. Такой подход целесообразнее использовать при решении некоторой серии похожих задач, в которых применяются полученные ранее знания. Особого внимания в этой сфере заслуживают отечественные разработки UniMod [29] и QReal [30].

Сравнение предлагаемого подхода, используемого при проектировании ИС ИДК, с традиционными методологиями (IDEFO, BPM, S-BPM) приведено в таблице 1.

#### 4. О ПРОЕКТИРОВАНИИ ИС ИДК

Информационная система инспекционно-досмотрового комплекса таможенных органов проектировалась с использованием упомянутой выше единой (комбинированной) методологии. Основной принцип — это строгое соблюдение иерархии диаграмм и последовательности для их раскрытия. При этом описанию и автоматизации подверглись не только бизнес-процессы, которые могут быть машинными, но и людские процессы, например такие, как подписание документа. Эта необходимость обусловлена специфичностью проектов для ОГВ, поскольку каждый процесс должен быть строго алгоритмизирован и утвержден, и выполнение аналогичного действия происходит в строго утвержденном порядке, в том числе и подписание документа (см., например, [5]).

Преимущества использования предложенного подхода можно показать на проекте по созданию ИС ИДК. Функциональная модель проведения таможенного осмотра груза и автоматической генерации сопутствующих документов изображена на рис. 2.

Таблица 1. Сравнение подходов

Подход	Субъекты / объекты	Процессы / функции	Понимание процесса	Нотация	Наличие потока управления	Цель применения подхода
BPM	объектный подход	процессный подход	один сложный конечный автомат	BPMN	да	построить, провести реинжиниринг, интегрировать, качественно внедрить
S-BPM	субъектный подход	процессно-функциональный подход	набор простых конечных автоматов	S-BPM	нет	максимально быстро автоматизировать, начать исполнять и управлять бизнес-процессами
IDEFO	—	функциональный подход	один сложный конечный автомат	IDEFO	да	максимально точно составить функциональную модель
Предлагаемый подход	объектно-субъектный подход	функционально-процессный подход	один сложный конечный автомат (верхний уровень), набор простых конечных автоматов (нижний уровень)	IDEFO, BPMN, UML	да	составить функциональную модель работы, автоматизировать, интегрировать и внедрить



Рис. 2. Диаграмма проведения таможенного осмотра с использованием ИДК

Результатом проведения таможенного осмотра с использованием ИДК является автоматическая генерация следующих документов: решение о проведении досмотра, акт осмотра с ИДК, изображения после обработки и анализа, файл осмотра. Отличительной особенностью диаграммы верхнего уровня является прослеживаемая точка зрения руководителя на все бизнес-процессы и итоговый результат осмотра. Наглядно видны входные параметры и результат работы ИДК.

Далее дадим ряд определений. *Субъектом* будем называть некоторую воздействующую сущность, то есть носителя действий. Под *объектом* понимается сущность, на которую происходит воздействие. На рис. 3 приведена UML-диаграмма вариантов использования, в которой показаны субъекты процесса осмотра, а также варианты взаимодействия их между собой. Примерами действий являются: размещение транспортного средства (ТС) для осмотра, проверка товаросопроводительных документов и т. п.

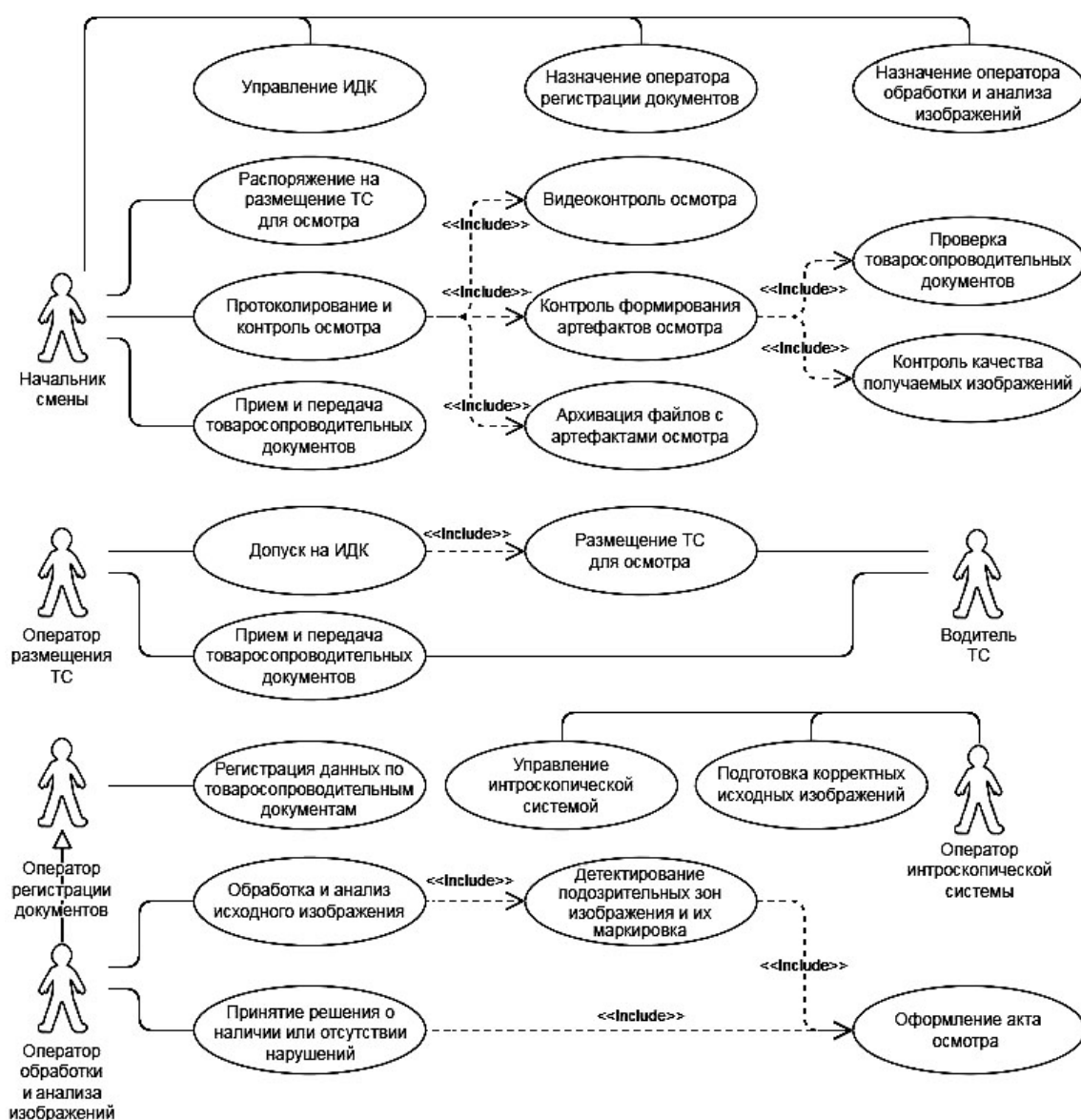


Рис. 3. Субъекты процесса осмотра с использованием ИДК и варианты взаимодействия



К нотации добавлен еще один элемент — *административный регламент*, то есть определенные ограничения, присутствующие на диаграммах, за которые нельзя выходить. Например, на рис. 2 эти ограничения реализованы в виде нормативно-правовых актов.

Под *процессом* понимается взаимодействие субъектов, их влияние на объекты посредством своих действий. Как правило, в IDEF0-диаграммах снизу рисуются стрелки (формально «механизмы»), в которых подписаны исполнители того или иного процесса.

В качестве субъектов процесса таможенного осмотра, то есть исполнителей процессов, происходящих в ИДК, могут выступать как отдельные компоненты (устройства) комплекса, так и сотрудники таможни, которые выступают в роли операторов, работающих с ИДК.

Разумеется, основной алгоритм работы ИДК требует более детальной проработки, поэтому он описывается на нижних уровнях, но с использованием той же нотации (см. рис. 4). Здесь уже более детально показан процесс получения всех документов: решения о проведении досмотра, акта осмотра с ИДК, изображений после обработки и анализа, файла осмотра.

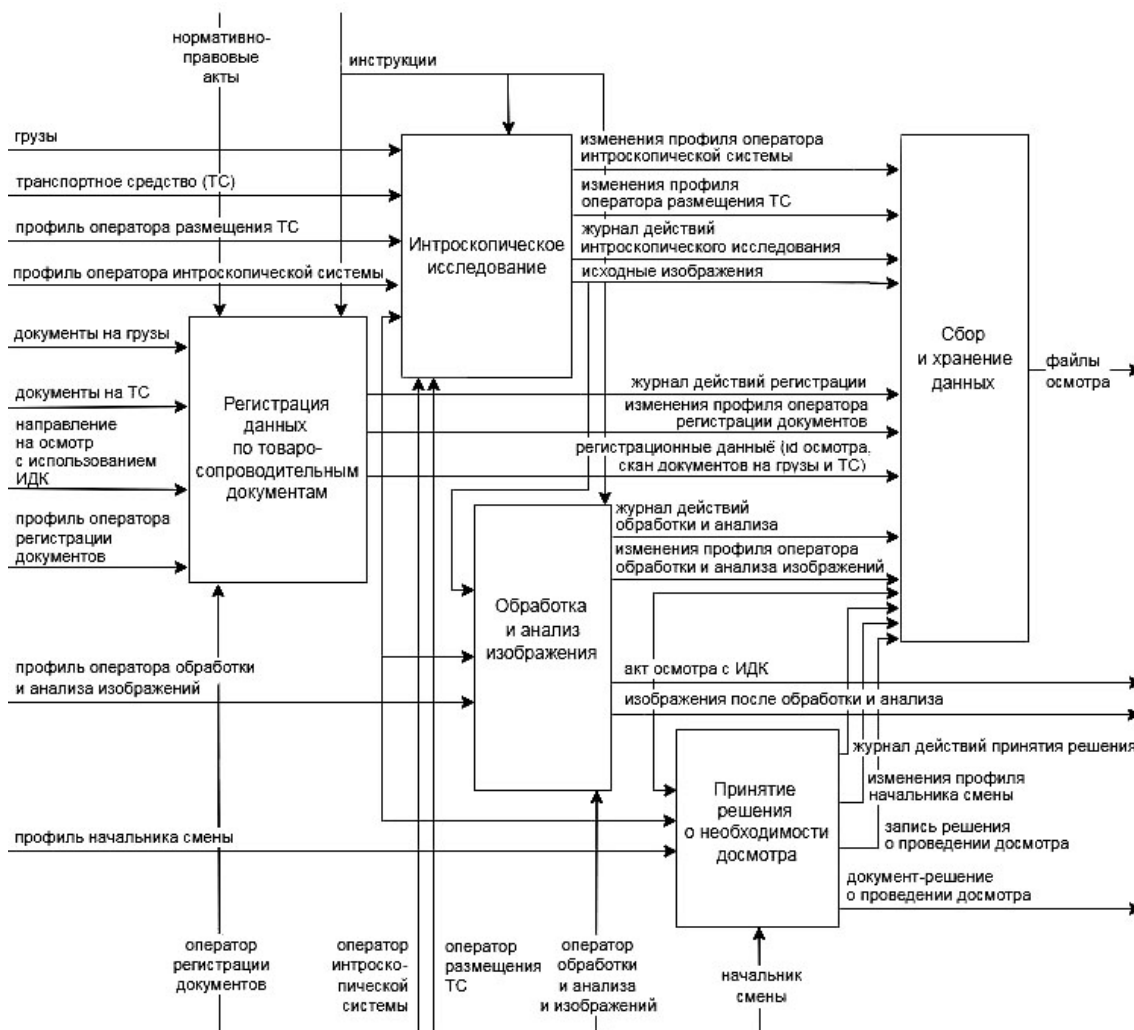


Рис. 4. Диаграмма декомпозиции проведения осмотра с использованием ИДК

Дальнейшая детализация проекта ИДК также происходит по компонентам. Общая архитектура автоматизированного рабочего места (АРМ) обработки и анализа изображений показана на рис. 5. Обработка и анализ изображения, полученного с использованием ИДК, представлена на рис. 6. Из перечисленных выше автоматически генерируемых документов на данном этапе получают следующие: акт осмотра ИДК, сохраненные или распечатанные изображения после обработки и анализа.

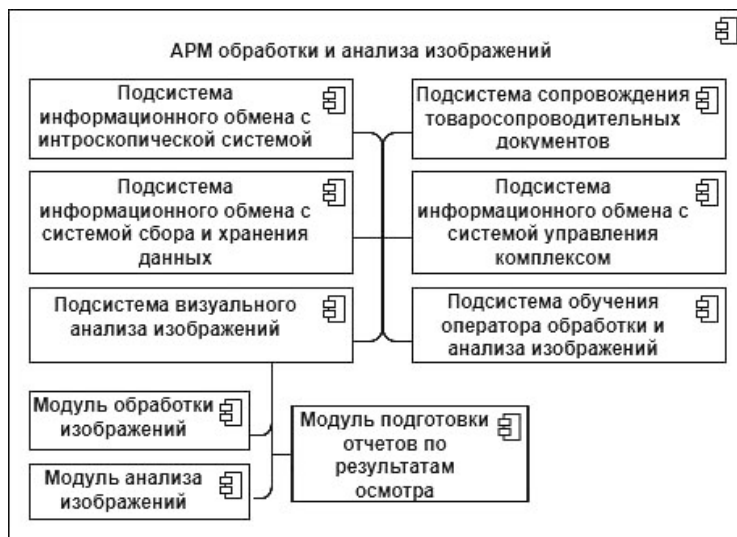


Рис. 5. Общая архитектура АРМ обработки и анализа изображений

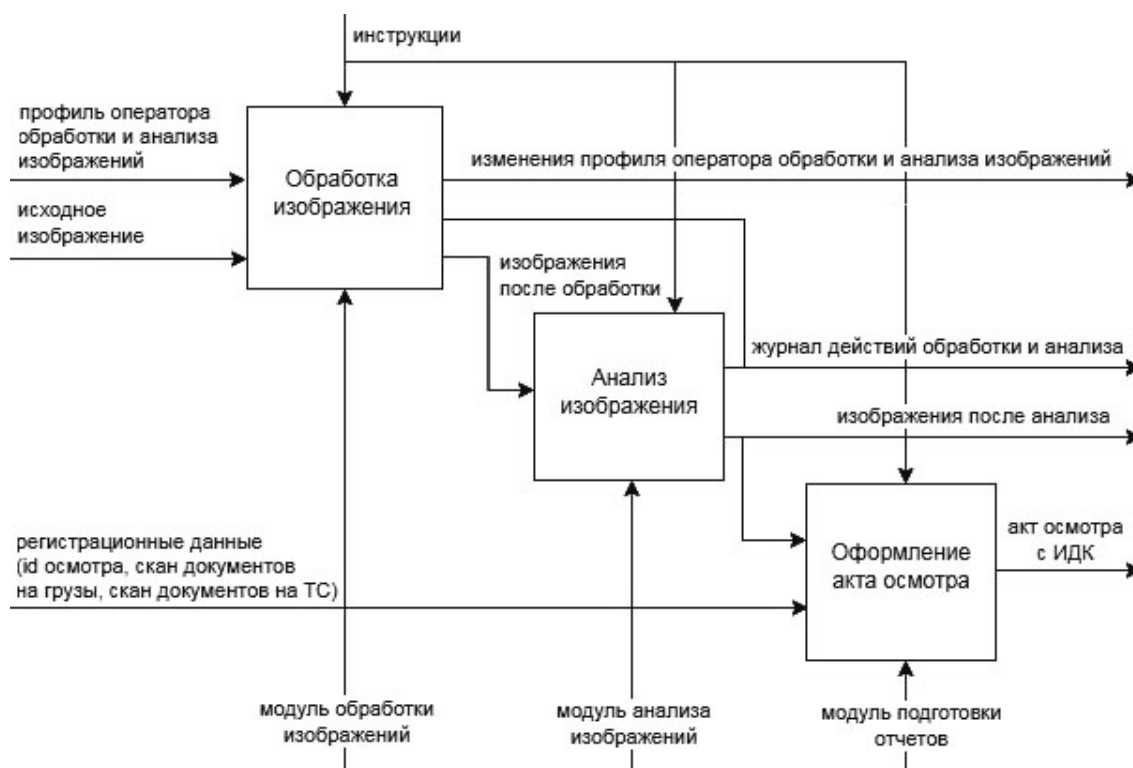


Рис. 6. Диаграмма обработки и анализа изображений, полученных с использованием ИДК

Рассмотрим процедуру обслуживания составом дежурной смены ИДК и оформления акта осмотра, которая предусматривает дисциплины, описанные далее.

Начальник дежурной смены принимает решение о выборе «АРМ Обработки и анализа изображений», на котором будет производиться обработка и анализ исходных изображений интроскопического исследования транспортного средства, а также подготовка соответствующего акта осмотра.

Оператор «АРМ Обработки и анализа изображений» осуществляет прием исходного изображения, полученного от начальника дежурной смены, его обработку и анализ, состоящий в детектировании (выделении и определении координат) подозрительных зон изображения и их маркировку; по результатам анализа принимает решение о наличии или отсутствии признаков нарушения таможенных правил; оформляет и распечатывает на печатающем устройстве акт осмотра установленной формы и заверяет его личной печатью. Описанный процесс оформления акта осмотра представлен в виде BPMN-диаграммы на рис. 7. Сценарий рабочего процесса обработки исходного изображения приведен в виде BPMN-диаграммы на рис. 8.

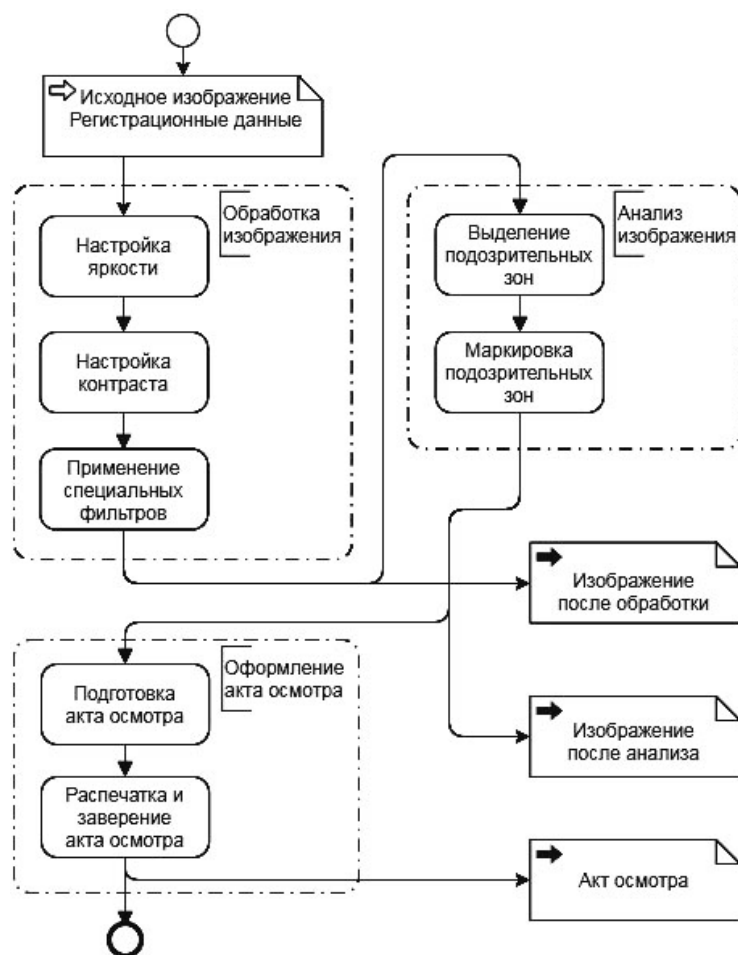


Рис. 7. Процесс оформления акта осмотра

Известно [9, 31], что средства построения шаблонов рабочего процесса (workflow-паттернов) в BPMN и UML AD (диаграмма активностей UML) имеют заметное сходство.

В большинстве случаев BPMN и UML AD используют схожие символы для описания бизнес-процессов, однако бывают случаи, когда компоненты бизнес-процессов моделируются с использованием только одного символа в BPMN и группы символов в UML AD. Что касается сопоставления языков моделирования бизнес-процессов с языками выполнения бизнес-процессов, спецификация BPMN включает сопоставление подмножества BPMN, например, с WSBPEL, но спецификация UML AD не определяет сопоставления с каким-либо BPEL, а существующие решения не предлагают полностью автоматизированного сопоставления.

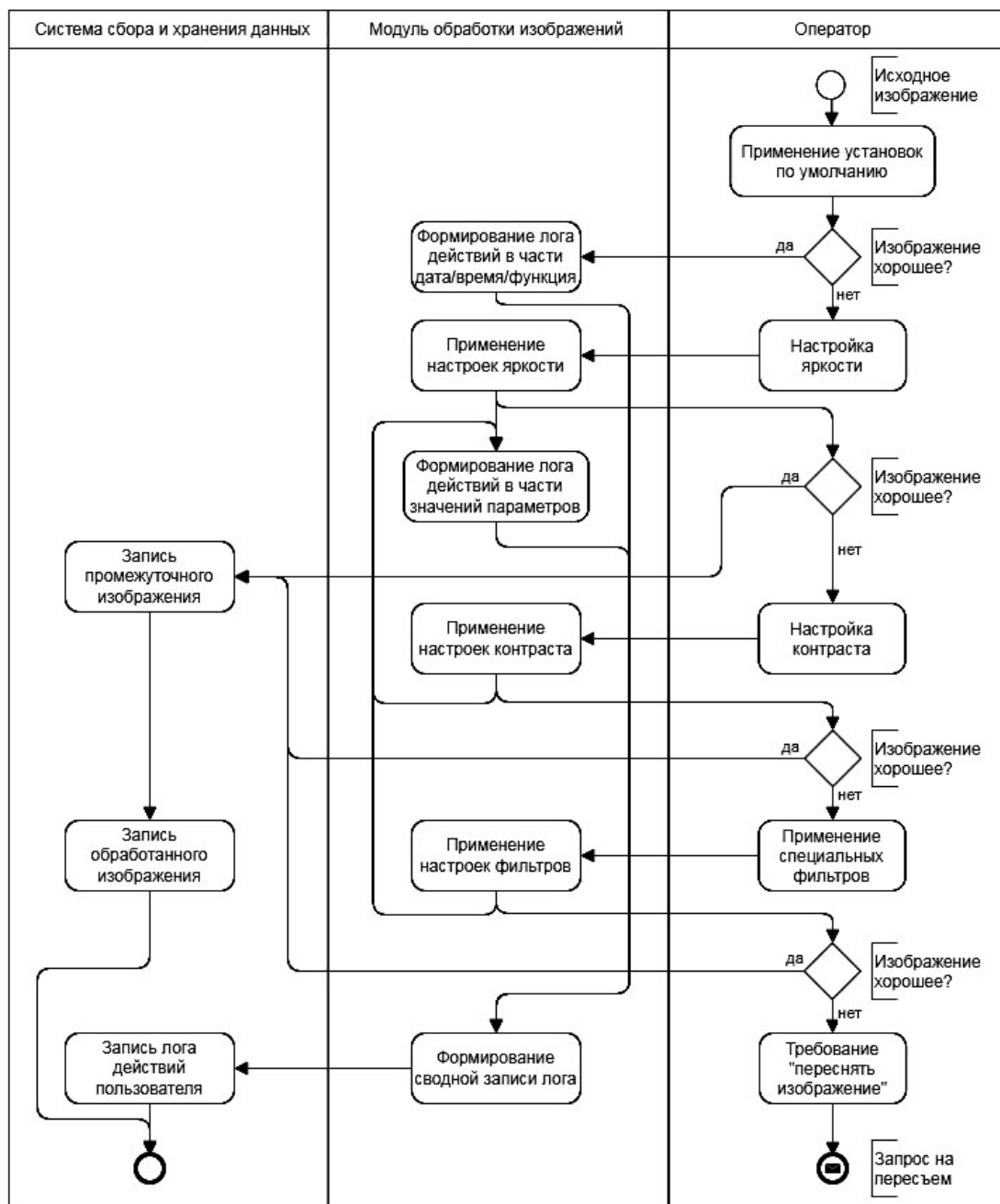


Рис. 8. Сценарий рабочего процесса обработки исходного изображения

Основным показателем оценки при внедрении ИДК явилось увеличение пропускной способности пункта таможенного осмотра примерно в 5 раз по отношению к пропуску единицы большегрузного транспорта в час. Уменьшение времени осмотра при использовании ИДК достигается за счет автоматизации процесса осмотра, который осуществляется не в ручном режиме сотрудниками таможни, а с помощью интроскопического оборудования, входящего в состав ИДК. Это позволяет (за счет высокого качества получаемых изображений) удостовериться в соответствии сведений товаросопроводительных документов и перемещаемых грузов, а также ведет к увеличению качества обнаружения тайников (специально изготовленных мест для сокрытия и незаконного перемещения товаров) и посторонних вложений вне зависимости от времени суток и погодных условий. В случае необходимости проверка подозрительных зон осуществляется в ручном режиме. При этом количество фактически досматриваемых грузов (в ручном режиме) сократилось до 10 %. Также за счет использования электронного документооборота уменьшилось количество ошибок при заполнении документов, а время на выполнение таможенных операций по осмотру и оформлению документов сократилось примерно в 6 раз.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрена единая (комбинированная) методология проектирования государственных информационных систем (и ее нотация), которая адаптирует существующие подходы к проектированию и разработке информационных систем для нужд различных ведомств органов государственной власти, позволяя сделать перенос методов проектирования из одного ведомства в другое. В работе представлены диаграммы проектной документации, которые были разработаны в качестве типового решения, запрограммированы и внедрены в инспекционно-досмотровый комплекс, установленный на территории Приволжского таможенного управления. Реализация данного проекта позволила снять нагрузку с персонала, уменьшила количество ошибок при оформлении документов, а также решила проблему импортозамещения и снизила эксплуатационные расходы по сравнению с импортными аналогами. Использование ИДК значительно сокращает время проведения таможенного осмотра большегрузного транспорта. Уменьшается как само время осмотра, так и подготовка контрольных документов, которые до внедрения системы создавались вручную.

## Список литературы

1. *Panayiotou N. A., Stavrou V. P.* Government to business e-services — A systematic literature review // *Government Information Quarterly*. 2021. Vol. 38, № 2. P. 101576.
2. *Никитов В. А., Орлов Е. И., Старовойтов А. В., Савин Г. И.* Информационное обеспечение государственного управления. М.: Славянский диалог. 2000. 415 с.
3. *Баденко А., Шабунин А.* Информационные ресурсы в электронном правительстве органов государственной власти // *Информационные ресурсы России*. 2007. №5 (99). С. 2.
4. *Filatova O. G., Chugunov A. V.* Electronic Participation: Conceptualization and Implementation Practice in Russia. Aletheia Publishing House. 2020.
5. *Макаров А. А., Шабунин А. Н.* Особенности проектирования электронных услуг для органов государственной власти // *Процессы управления и устойчивость: Труды 44-й международной научной конференции аспирантов и студентов*. СПб.: Издат. Дом С.-Петерб. гос. ун-та. 2013. С. 438–443.

6. *Афанасьева И. В., Новиков Ф. А., Федорченко Л. Н.* Методика построения событийно-управляемых программных систем с использованием языка спецификации CIAO // Тр. СПИИРАН. 2020. Вып. 19. Т. 3. С. 481–514.
7. *Кознов Д. В., Азарсков А. В., Самочадин А. В., Шевицова Ю. А., Романовский К. Ю.* Модельно-ориентированный метод спецификации государственных услуг // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. Прикл. матем. Информ. Проц. упр. 2012. № 4. 102–116.
8. *Lu R., Sadiq S. W.* A Survey of Comparative Business Process Modeling Approaches // Lecture Notes in Computer Science. 2007. P. 82–94, doi:10.1007/978-3-540-72035-5\_7
9. *Entringer T. C., Ferreira A. S., Nascimento D. C. O.* Comparative analysis of the main business process modeling methods: a bibliometric study // Gestão & Produção. 2021. Vol. 28, № 2. P. e5211. doi: 10.1590/1806-9649-2020v28e5211
10. *Шабунин А. Н.* Проектирование и инструментальные средства генерации электронных услуг для органов государственной власти // Тр. СПИИРАН. 2013. Т. 30. С. 301–313.
11. *Makarov A., Shabunin A.* On Design of Secure E-Services for Public Authority in the Russian Federation // 20th Conference of Open Innovations Association (FRUCT). Apr. 2017. 2017. P. 260–267.
12. *Makarov A., Shabunin A.* Unified Design Methodology for State Information Systems // Proc. of the V International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-V 2022) 2022. Vol. 3091. P. 81–86. doi:10.47813/dnit-mip5/2022-3091-81-86
13. *Баилы П. Н., Безуглов Д. А., Вербов В. Ф., Гамидуллаев С. Н.* Об импортозамещении инспекционно-досмотровых комплексов таможенных органов // Фундаментальные исследования. 2017. № 3. С. 15–19.
14. *Афонин П. Н., Плахотин А. А.* Оценка качества и конкурентоспособности выпускаемых инспекционно-досмотровых комплексов отечественного производства в рамках построения концептуальной модели интеллектуального пункта пропуска // Russian Journal of Management. 2022. № 3. С. 51–55.
15. ARIS Express. Version 2.4d. URL: <https://www.ariscommunity.com/aris-express> (дата обращения: 02.06.2023).
16. Web Services Business Process Execution Language. Version 2.0. URL: <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/OS/wsbpel-v2.0-OS.html> (дата обращения: 02.06.2023).
17. XML Process Definition Language (XPDL). URL: <https://wfmc.org/xpdl/> (дата обращения: 02.06.2023).
18. Unified Modeling Language. Version 2.5. URL: <http://www.omg.org/spec/UML> (дата обращения: 02.06.2023).
19. IDEF Family of Methods: A Structured Approach to Enterprise Modeling & Analysis. URL: <http://www.idef.com> (дата обращения: 02.06.2023).
20. Business Process Model And Notation (BPMN). Version 2.0. URL: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/> (дата обращения: 02.06.2023).
21. *Ko R. K. L., Lee S. S. G., Wah Lee E.* Business process management (BPM) standards: a survey // Business Process Management Journal. 2009. Vol. 15, № 5. P. 744–791. doi:10.1108/14637150910987937
22. *Marca D., McGowan C.* SADT: Structured Analysis and Design Technique. New York: McGraw-Hill, 1987. 392 p.
23. *Hjelm J.* Creating the Semantic Web with RDF: Professional Developer’s Guide. Hoboken, New Jersey, U.S.: Wiley, 2001.
24. *Fleischmann A., Schmidt W., Stary C, Obermeier S, Borger E.* Subject Oriented Business Process Management. Springer Berlin Heidelberg, 2012. doi:10.1007/978-3-642-32392-8
25. *Воробьев В. И., Солдаткина А. А.* Метод онтологического анализа web-ресурса на основе метаданных // Научный вестник НГТУ. 2018. № 3 (72). С. 43–58. doi:10.17212/1814-1196-2018-3-43-58
26. OWL Web Ontology Language. Version OWL 2. URL: <https://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/> (дата обращения: 02.06.2023).
27. *Kedwan F., Sharma C.* Model-Driven Software Development Platforms Reviews // International Journal of Computer Applications. 2019. Vol. 178, № 31. P. 24–33.
28. *Borum H. S., Seidl C.* Survey of Established Practices in the Life Cycle of Domain-Specific Languages // Proc. of the 25th Int. Conf. on Model Driven Engineering Languages and Systems, Montreal, QC, Canada. 23–28 October 2022. 2022. P. 266-277. doi:10.1145/3550355.3552413

29. Гуров В. С., Мазин М. А., Шалыто А. А. UniMod — инструментальное средство для автоматного программирования // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2006. № 30. С. 32–45.
30. Терехов А. Н., Брыксин Т. А., Литвинов Ю. В. QReal: платформа визуального предметно-ориентированного моделирования // Программная инженерия. 2013. № 6. С. 11–19.
31. Geambasu C. V. BPMN vs. UML Activity Diagram for Business Process Modeling // J. Account. Manag. Inf. Syst. 2012. Vol. 11. № 4. P. 637–651.

Поступила в редакцию 15.04.2023, окончательный вариант — 02.06.2023.

**Шабунин Андрей Николаевич, аспирант кафедры параллельных алгоритмов математико-механического факультета СПбГУ, ✉ [shandr52@gmail.com](mailto:shandr52@gmail.com)**

**Макаров Антон Александрович, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры параллельных алгоритмов математико-механического факультета СПбГУ, [a.a.makarov@spbu.ru](mailto:a.a.makarov@spbu.ru)**

---

Computer tools in education, 2023

№ 2: 62–78

<http://cte.eltech.ru>

doi:10.32603/2071-2340-2023-2-62-78

## On Software Design for Vision Inspection System

Shabunin A. N.<sup>1</sup>, Postgraduate, ✉ [shandr52@gmail.com](mailto:shandr52@gmail.com), [orcid.org/0000-0001-6604-9710](https://orcid.org/0000-0001-6604-9710)  
Makarov A. A.<sup>1</sup>, Doctor Sci., Docent, Professor, [a.a.makarov@spbu.ru](mailto:a.a.makarov@spbu.ru),  
[orcid.org/0000-0001-9539-6105](https://orcid.org/0000-0001-9539-6105)

<sup>1</sup>St. Petersburg State University, 7-9 Universitetskaya nab., 199034, Saint Petersburg, Russia

### Abstract

The creation of a unified (combined) methodology for designing of state information systems and its notation, as well as the use of effective tools in the development of projects for the purposes of public authorities, unifies the process of creating of information systems in various regions of the Russian Federation. This work continues the research of the authors on the development of such a methodology and its notation, which adapt existing approaches to the design and development of information systems for the needs of various departments of public authorities, allowing the transfer of design methods from one department to another. The paper considers a project dedicated to the design of an information system for a domestic vision inspection system to ensure customs inspection and introspective control of heavy vehicles, as well as the generation of a set of relevant documents. The work develops a design method using a combined approach that combines the IDEF0 functional modeling methodology and the BPM business process management methodology, as well as BPMN and UML notations. The end result of the project considered in the work is an automated vision inspection system for customs authorities, which makes it possible to carry out the entire range of inspection activities and generate a set of documents on customs inspection. This paper presents diagrams of design documentation that were developed, programmed and implemented in the considered vision inspection system. The practical result lays in a significant reduction

in the time of the customs inspection, which allows one to relieve the burden on the staff, leads to a decrease in the number of errors in the preparation of documents, and also solves the problem of import substitution and reduces operating costs compared to imported counterparts.

**Keywords:** *software engineering, state information systems, computer-aided design, vision inspection system, IDEFO, SADT, BPM, S-BPM, UML, workflow, RDF.*

**Citation:** Shabunin A. N., Makarov A. A.. On Software Design for Vision Inspection System. *Computer tools in education*, 2023. № 2. P. 62–78. doi:10.32603/2071-2340-2023-2-62-78.

**Citation:** A. N. Shabunin and A. A. Makarov, “On Software Design for Vision Inspection System,” *Computer tools in education*, no. 2, pp. 62–78, 2023 (in Russian); doi: 10.32603/2071-2340-2023-2-62-78

## References

1. N. A. Panayiotou and V. P. Stavrou, “Government to business e-services — A systematic literature review,” *Government Information Quarterly*, vol. 38, no. 2, pp. 101576, 2021; doi:10.1016/j.giq.2021.101576
2. V. A. Nikitov, E. I. Orlov, A. V. Starovoitov, and G. I. Savin, *Informacionnoe obespechenie gosudarstvennogo upravlenija* [Information support of public administration], Moscow: Slavjanskij dialog, 2000 (in Russian).
3. A. Badenko and A. Shabunin, “Informatsionnye resursy v "elektronnom pravitel'stve" organov gosudarstvennoi vlasti” [Information resources in the electronic government of public authorities], *Informacionnye resursy Rossii*, no. 5(99), p. 2, 2007 (in Russian).
4. O. G. Filatova and A. V. Chugunov, *Electronic Participation: Conceptualization and Implementation Practice in Russia*, Aletheia Publishing House, 2020.
5. A. A. Makarov and A. N. Shabunin, “Osobennosti proektirovaniya elektronnykh uslug dlya organov gosudarstvennoi vlasti” [Features of design of electronic services for public authorities], in *Processy upravlenija i ustojchivost': Trudy 44-j mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii aspirantov i studentov, St. Petersburg, 2013*, St. Petersburg State University, pp. 438–443, 2013 (in Russian).
6. I. V. Afanas'eva, F. A. Novikov, and L. N. Fedorchenko, “Methodology for Development of Event-driven Software Systems using CIAO Specification Language,” *Tr. SPIIRAN*, no. 19(3), pp. 481–514, 2020 (in Russian); doi:10.15622/sp.2020.19.3.1
7. D. V. Koznov, A. V. Azarskov, A. V. Samochadin, J. A. Chevzova, and K. Yu. Romanovsky, “A model-driven approach for government services specification,” *Vestnik S.-Petersburg Univ. Ser. 10. Prikl. Mat. Inform. Prots. Upr.*, no. 4, pp. 102–116, 2012 (in Russian).
8. R. Lu and S. Sadiq, “A Survey of Comparative Business Process Modeling Approaches,” *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 82–94, 2007; doi:10.1007/978-3-540-72035-5\_7
9. T. C. Entringer, A. da S. Ferreira, and D. C. de O. Nascimento, “Comparative analysis of the main business process modeling methods: a bibliometric study,” *Gestão&Produção*, vol. 28, no. 2, pp. e5211, 2021; doi: 10.1590/1806-9649-2020v28e5211
10. A. N. Shabunin, “Design and Instrumental Means of Electronic Services Generation for State Authorities,” *Tr. SPIIRAN*, vol. 30, pp. 301–313, 2013 (in Russian).
11. A. Makarov and A. Shabunin, “On design of secure E-Services for public authority in the russian federation,” in *Proc. of 2017 20th Conference of Open Innovations Association (FRUCT), Apr. 2017*, pp. 260–267, 2017; doi:10.23919/fruct.2017.8071321
12. A. Makarov and A. Shabunin, “Unified Design Methodology for State Information Systems,” in *Proc. of the V International Workshop on Modeling, Information Processing and Computing (MIP: Computing-V 2022)*, vol. 3091, pp. 81–86, 2022; doi:10.47813/dnit-mip5/2022-3091-81-86
13. P. N. Bashly, D. A. Bezuglov, V. F. Verbov, and S. N. Gamidullaev, “About import substitution inspection complexes of the customs authorities,” *Fundamental Research*, no. 3, pp. 15–19, 2017 (in Russian).
14. P. N. Afonin and A. A. Plahotin, “Assessment of the quality and competitiveness of manufactured inspection and inspection complexes of domestic production within the framework of building a



- conceptual model of an intelligent checkpoint,” *Russian Journal of Management*, no. 3, pp. 51–55, 2022 (in Russian).
15. Software AG, “ARIS Express. Version 2.4d,” in *www.ariscommunity.com*, 2023. [Online]. Available: <https://www.ariscommunity.com/aris-express>
  16. OASIS, “Web Services Business Process Execution Language. Version 2.0,” in *oasis-open.org*, 2022. [Online]. Available: <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/OS/wsbpel-v2.0-OS.html>
  17. Workflow Management Coalition, “XML Process Definition Language (XPDL),” in *Wfmc.org*, 2023. [Online]. Available: <https://wfmc.org/xpdl/>
  18. Object Management Group Inc., “Unified Modeling Language. Version 2.5,” in *www.omg.org*, 2015. [Online]. Available: <http://www.omg.org/spec/UML>
  19. IDEF, “IDEF Family of Methods: A Structured Approach to Enterprise Modeling & Analysis,” in *www.idef.com*, 2023. [Online]. Available: <http://www.idef.com>
  20. Object Management Group Inc., “Business Process Model And Notation (BPMN). Version 2.0,” in *www.omg.org*, 2015. [Online]. Available: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>
  21. R. K. L. Ko, S. S. G. Lee, and E. Wah Lee, “Business process management (BPM) standards: a survey,” *Business Process Management Journal*, vol. 15, no. 5, pp. 744–791, 2009; doi: 10.1108/14637150910987937
  22. D. Marca and C. McGowan, *SADT: Structured Analysis and Design Technique*, New York: McGraw-Hill, 1987.
  23. J. Hjelm, *Creating the Semantic Web with RDF: Professional Developer’s Guide*, Hoboken, New Jersey, U.S.: Wiley, 2001.
  24. A. Fleischmann, W. Schmidt, C. Stary, S. Obermeier, and E. Börger, “Subject-Oriented Business Process Management,” Springer Berlin Heidelberg, 2012, doi:10.1007/978-3-642-32392-8
  25. V. Vorobyev and A. Soldatkina, “Method of ontological analysis of a web-resource based on metadata,” *Science Bulletin of the Novosibirsk State Technical University*, no. 3, pp. 43–58, 2018 (in Russian); doi: 10.17212/1814-1196-2018-3-43-58
  26. W3C, “OWL Web Ontology Language. Version OWL 2,” in *www.w3.org*, 2004. [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/>
  27. F. Kedwan and C. Sharma, “Model-Driven Software Development Platforms Reviews,” *International Journal of Computer Applications*, vol. 178, no. 31, pp. 24–33, 2019; doi:10.5120/ijca2019919165
  28. H. S. Borum and C. Seidl, “Survey of established practices in the life cycle of domain-specific languages,” in *Proc. of the 25th Int. Conf. on Model Driven Engineering Languages and Systems, Montreal, QC, Canada, 23–28 October 2022*, pp. 266–277, 2022; doi:10.1145/3550355.3552413
  29. V. S. Gurov, M. A. Mazin, and A. A. Shalyto, “UNIMOD — instrumental’noe sredstvo dlya avtomatnogo programirovaniya” [UniMod — Instrumental Tool for Automatic Programming], *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, vol. 30, pp. 32–45, 2006 (in Russian).
  30. A. N. Terehov, T. A. Bryksin, and Ju. V. Litvinov, “QReal: domain-specific visual modeling platform,” *Software Engineering*, vol. 6, pp. 11–19, 2013 (in Russian).
  31. C. V. Geambasu, “BPMN vs. UML Activity Diagram for Business Process Modeling,” *J. Account. Manag. Inf. Syst.*, vol. 11, no. 4, pp. 637–651, 2012.

Received 15-04-2023, the final version — 02-06-2023.

**Andrey Shabunin, Postgraduate of the Department of the Parallel Algorithms Department, St. Petersburg State University, ✉ [shandr52@gmail.com](mailto:shandr52@gmail.com)**

**Anton Makarov, Doctor of Sciences (Phys.-Math.), Docent, Professor of the Parallel Algorithms Department, St. Petersburg State University, [a.a.makarov@spbu.ru](mailto:a.a.makarov@spbu.ru)**