

А.А. Чумичкин, кандидат технических наук, доцент

А.Н. Толчков, кандидат технических наук

### **Методический подход к обоснованию требований к информационным системам военного назначения**

*В статье рассматривается задача обоснования требований к перспективным информационным системам военного назначения. В настоящее время требования к перспективным информационным системам формируются на естественном языке, выразительных свойств которого недостаточно для лаконичного и однозначного описания требований, что усложняет процесс разработки и согласования. Предложенный методический подход основан на построении комплекса моделей перспективной информационной системы. Особенностью предлагаемого подхода является комплексное использование методологий функционального и объектно-ориентированного моделирования информационной системы и соответствующих процессов управления, а также разработанной нотации моделирования пользовательского интерфейса. Использование унифицированного языка моделирования обеспечивает однозначность интерпретации требований всеми участниками процесса создания информационной системы, от заказчика до разработчика.*

Одним из основных направлений повышения обороноспособности страны в современных условиях является автоматизация процессов деятельности должностных лиц (ДЛ) органов военного управления (ОВУ), воинских формирований (ВФ) и организаций Министерства обороны Российской Федерации (МО РФ). Автоматизация процессов управления предполагает разработку и внедрение соответствующих автоматизированных информационных систем (ИС). Конечной целью создания и внедрения таких систем является повышение эффективности функционирования соответствующих объектов автоматизации (ОА) за счет автоматизации и оптимизации процессов управления [1]. В то же время положительный эффект от внедрения ИС зависит от того, насколько она соответствует потребностям объекта автоматизации. Эффективность ИС во многом закладывается на этапах обоснования требований к разрабатываемой системе [2, 3].

В настоящее время предприятиями промышленности выполняется большое количество ОКР, направленных на создание и модернизацию ИС ВН. Анализ хода и результатов выполнения ОКР по созданию ИС ВН свидетельствует о наличии общих для многих работ системных недостатков, таких как [1]:

- несоответствие разрабатываемой ИС ВН процессам управления и регламентам деятельности должностных лиц;
- неадекватное поведение системы при наступлении различных событий;
- низкая эффективность выполнения начальных этапов работ по созданию автоматизированных систем (предпроектных исследований, эскизного и технического проектирования);
- затягивание сроков выполнения и повышение стоимости работ по созданию и внедрению ИС ВН.

В период 90-х годов прошлого века и в начале этого считалось, что главной причиной неудач выполнения разработок ИС ВН является недофинансирование. В последние годы в связи со значительным увеличением объемов денежных средств, выделяемых на развитие вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), проблема недофинансирования во многом была реше-

на. Однако несмотря на значительное увеличение объемов финансирования перечисленные выше недостатки по-прежнему остаются.

Многие создаваемые опытные образцы ИС ВН обладают низкой эффективностью и не удовлетворяют современным потребностям войск и ОВУ. Как правило, рассмотренные недостатки выявляются на этапах испытаний и опытной эксплуатации опытного образца изделия, когда основной объем работ уже выполнен. Все вышеизложенное определяет важность задачи обоснования требований к ИС ВН.

Ведущие мировые державы уделяют пристальное внимание вопросам разработки требований к автоматизированным системам управления. Так, в военном ведомстве США разработан ряд документов, регламентирующих применение офицерами соответствующих департаментов методологии Agile [4] при сопровождении разработок программного обеспечения. Забегая немного вперед, можно сказать, что применение этого подхода для ИС ВН затруднено существующей системой документов, регламентирующих выполнение разработок и их сопровождение, а также особенностями имеющейся инфраструктуры [5].

Исследования по обоснованию требований к перспективным ИС ВН направлены на выявление целей, задач, определения облика системы и содержания автоматизируемых процессов управления. Данный этап выполняется научно-исследовательскими организациями Министерства обороны, представителями заказывающего ОВУ. Эти работы включают выявление, сбор и систематизацию требований к ИС и документирование результатов [2, 6] и предполагают тесное взаимодействие предприятия разработчика и организации заказчика, осуществляющей военно-научное сопровождение (ВНС) соответствующей опытно-конструкторской работы. Требования формулируются в соответствующих документах (тактико-технических заданиях, постановках задач и др.).

Практика показывает, что организации заказчика, осуществляющие ВНС при обосновании и формировании требований, используют устаревшие подходы, часто заключающиеся в трансляции требований руководящих документов. Часто задача сводится к созданию списков задач и обязанностей должностных лиц. Применение этого подхода приводит к созданию объемных, неинформативных и, как следствие, малоэффективных документов, как с точки зрения разработки, так и с точки зрения контроля реализации этих требований.

Требования к разрабатываемым системам формулируются на естественном языке, выразительные свойства которого делают процесс весьма трудоемким, а описание требований громоздким. Большие трудности вызывает однозначное описание поведенческих аспектов и процессов функционирования системы. Заказчик и разработчик, как правило, имеют различные представления о разрабатываемой системе, что усложняет их взаимодействие.

Накопленный опыт по созданию ИС свидетельствует об отсутствии единой методической базы по формированию требований, которая является одной из главных причин низкой эффективности реализации проектов [7]. В частности, не обеспечивается качественное представление таких принципиально важных требований к разработке ИС ВН как адекватность реальным процессам управления, функциональность и динамика выполнения (реализации) процессов деятельности должностных лиц. Все это определило актуальность задачи разработки нового подхода при формировании требований к перспективным информационным системам.

Систему требований можно рассматривать как соответствующую модель перспективной ИС. Это определило выбор методов моделирования в качестве основы разработанного подхода, то есть суть разработанного подхода заключается в разработке комплекса взаимосвязанных моделей перспективной ИС.

В первую очередь был проведен анализ получивших в настоящее время наибольшее распространение на практике методологий моделирования информационных систем (UML, DFD,

SADT, ARIS, BPMN) [2, 7, 8], который позволил сделать обоснованный выбор наиболее подходящих нотаций для описания различных аспектов системы. Формирование требований предлагается производить на основе разработки иерархической многокомпонентной модели, описывающей множество характеристик перспективной ИС.

В качестве инструментария разработки и формализованного представления моделей ИС выбрана методология графических нотаций описания процессов управления [6, 9]. Главным достоинством методов моделирования ИС с использованием графических нотаций является возможность наглядного многоуровневого и разностороннего представления объекта разработки в виде совокупности взаимосвязанных моделей [2, 10].

При всем многообразии методологий и нотаций моделирования на сегодняшний день не существует подхода к обоснованию требований к ИС, определяющего необходимый и достаточный набор нотаций и последовательность их разработки.

На основе анализа существующих методологий моделирования и опыта практических работ авторами разработан подход, позволяющий формулировать требования к основным аспектам ИС. Разработанный подход основан на использовании существующих нотаций, а также разработанной авторами нотации описания пользовательского интерфейса системы. В соответствии с разработанным подходом ИС ВН представляется в виде комплексной многоуровневой модели, элементы которой описывают различные аспекты проектируемой системы [3].

Порядок разработки модели предполагает определение основных процессов управления (деятельности), выполняемых на ОА, участников процессов и выполняемых ими ролей. Далее проводится последовательная декомпозиция моделей процессов управления, направленная на достижение требуемой степени детализации, а также разработка моделей, раскрывающих содержание требований к различным аспектам ИС ВН.

Глубина проработки (степень детализации) модели определяется уровнем и полнотой представления требований к ИС ВН, с учетом накладываемых ограничений. Исходя из анализа используемых на практике подходов формирования требований к разработке ИС [2, 6-9] в качестве базовых выделены следующие аспекты ИС ВН:

- функциональность (предоставляемые потребителю функции);
- выполнение процессов управления (деятельности);
- поведение при наступлении различных событий (динамика);
- организация хранения данных и доступа к ним;
- пользовательский интерфейс.

В качестве основного средства разработки модели ИС ВН выбраны графические нотации языка UML. Выбор языка UML объясняется его простотой, универсальностью и наиболее широким набором нотаций моделирования [7]. Для случаев, когда семантический набор средств языка UML не обеспечивает эффективное представление рассматриваемого аспекта ИС ВН или они отсутствуют, используются другие средства моделирования, в частности, графические нотации: EPC, BPMN и IDEF [9]. Далее представлены основные этапы моделирования.

**1. Обоснование функциональных требований к системе.** Основная задача этого этапа – определить перечень должностных лиц (пользователи, роли) допускаемых к использованию системы. Для этого используется диаграмма вариантов использования системы, позволяющая представить на макроуровне функциональные возможности и требуемое поведение разрабатываемой системы, не раскрывая механизмов их реализации [7]. При необходимости может быть выполнена детализация каждого варианта использования посредством создания его декомпозиционной модели. Декомпозиция варианта использования предполагает выявление и отражение в модели основных и обеспечивающих функций, связей между ними, в том числе и с другими вариантами использования.

Реализация предлагаемого подхода в статье рассматривается на примере формирования требований к ИС инженерно-авиационной службы авиационной части (ИС ИАС). Ограничения:

- рассматриваются требования к ИС ИАС в части автоматизации процесса ведения учета технического состояния (ТС) воздушных судов (ВС);
- декомпозиция модели ИС ИАС проводится для варианта использования: «Ведение учета ТС ВС».

Первым шагом осуществляется разработка модели вариантов использования системы верхнего уровня, которая определяет функциональные требования к ИС ИАС в целом (рисунок 1).

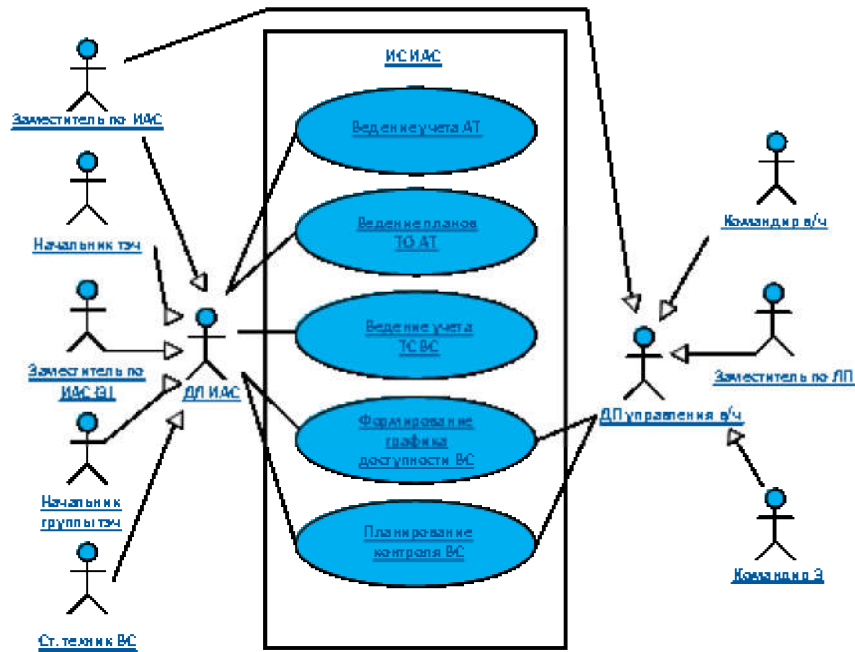


Рисунок 1 – Модель вариантов использования ИС ИАС

Модель содержит следующие основные элементы:

- множество пользователей ИС – должностных лиц авиационной части;
- набор функций (вариантов использования), которые должны предоставляться системой пользователям ИС ИАС.

В представленной модели выделены две категории действующих лиц. Для краткости в модели могут вводиться абстрактные пользователи (должностные лица), с которыми неабстрактные пользователи связаны отношением наследования, включая инкапсуляцию и полиморфизм. В приведенном примере выделены два абстрактных объекта.

Пример абстрактного пользователя: «ДЛ управления в/ч» (должностные лица управления воинской части), от которого наследуются пользователи:

- командир воинской части (командир в/ч);
- заместитель командира части по ИАС (заместитель по ИАС);
- заместитель командира части по летной подготовке (заместитель по ЛП);
- командир эскадрильи (командир Э).

«Должностные лица ИАС», от которого наследуются:

- заместитель по ИАС;
- заместитель командира эскадрильи по ИАС (заместитель по ИАС Э);
- начальник технико-эксплуатационной части (начальник тэч);
- начальник группы тэч;
- старший техник ВС (ст. техник ВС).

В представленном примере выделены следующие варианты использования ИС ИАС:

- «Ведение учета авиационной техники (АТ)»;
- «Ведение планов ТО АТ»;
- «Ведение учета ТС ВС»;
- «Формирование графика доступности ВС»;
- «Планирование контроля ТС ВС».

Требования по предоставляемым функциям ИС ИАС пользователям отображаются в модели виде отношений ассоциаций (Association Relationship). Дальнейшее уточнение функциональных требований к каждому варианту использования модели верхнего уровня производится посредством создания его декомпозиционной модели. Декомпозиционная модель варианта использования «Ведение учета ТС ВС» представлена на рисунке 2.

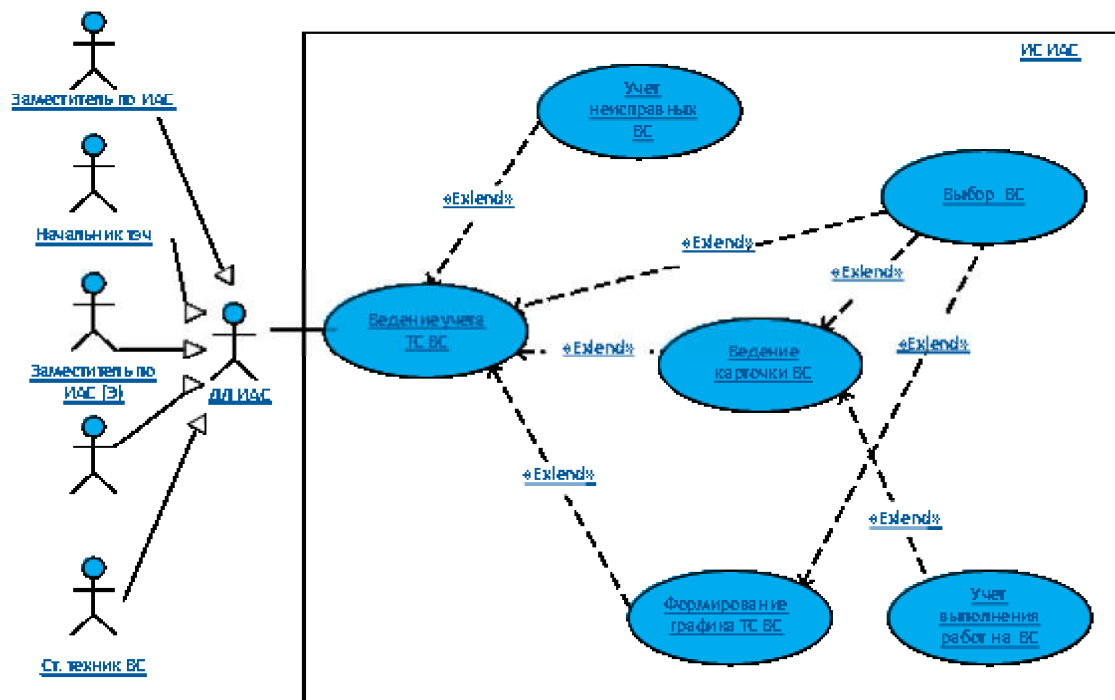


Рисунок 2 – Модель варианта использования: «Ведение учета ТС ВС»

В модели отражены основные функции, определяющие содержание варианта использования «Ведение учета ТС ВС». Для определения связей между функциями варианта использования используются типы отношений: расширения (extend) и включения (include). Представленная модель описывает требования к ИС ИАС по составу пользователей системы и предоставляемым им функциям, а также позволяет определить связи между различными вариантами использования.

**2. Обоснование требований к аспектам выполнения процессов деятельности в ИС ВН.** На данном этапе разрабатываются модели, определяющие требования по порядку выполнения и динамике протекания процессов при реализации различных функций (вариантов использования) системы. Процедура обоснования требований формализуется моделированием желаемого сценария реализации каждого варианта использования.

Модель строится с использованием диаграммы деятельности (Activity diagram) [2, 6], которая отображает последовательность действий участников процесса, а также порядок передачи потоков управления при выполнении соответствующего варианта использования. Описание разбиения действий и переходов управления между участниками процесса проводится за счет введения дорожек (Swimlane), соответственно должностных лиц и элементов информационной систе-

мы. Введение дорожек в модели деятельности позволяет показать реакцию системы на действия пользователей. В качестве примера на рисунке 3 показана модель деятельности расширения «Ведение карточки ВС».

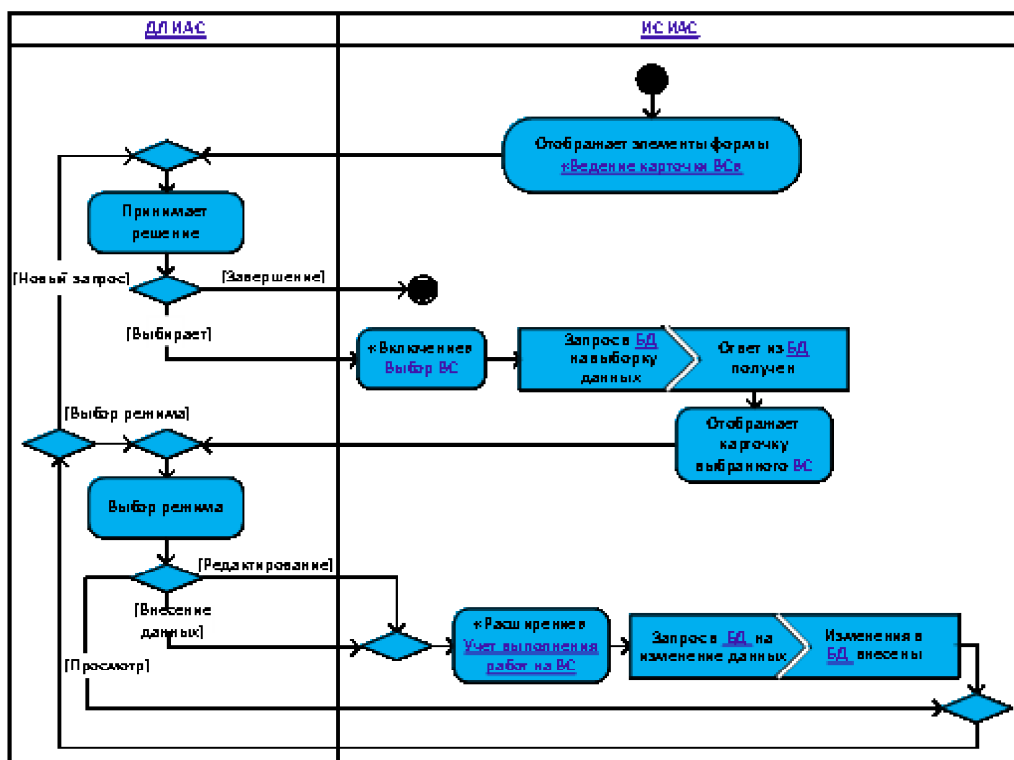


Рисунок 3 – Модель деятельности расширения «Ведение карточки ВС»

**3. Формирование требований, определяющих поведенческие (динамические) аспекты системы.** Содержательное раскрытие требований к механизмам выполнения вариантов использования предполагает дальнейшую декомпозицию моделей ИС ВН. Одной из основных задач является определение реакций и поведения системы при наступлении различных событий.

Для решения этой задачи выбрана графическая нотация событийных цепочек процессов EPC (Event-Driven Process Chain), хорошо зарекомендовавшая себя для описания процессов (функций) нижнего уровня. Основные достоинства EPC-моделей заключаются в простоте, наглядности и гибкости описания логики выполнения процессов [6].

Построение модели выполнения процесса в нотации EPC заключается в определении последовательности чередующихся событий и функций, определяющих порядок выполнения процесса. С точки зрения формирования требований к ИС ВН эти диаграммы позволяют представить необходимую логику выполнения процесса или функции. В качестве примера на рисунке 4 представлена событийная модель выполнения процесса «Ведение карточки ВС» в ИС ИАС. Модель представляет собой упорядоченную комбинацию событий и функций, описывающих требуемый порядок выполнения процесса «Ведение карточки ВС».

**4. Формирование требований к организации данных в ИС ВН.** Решение данной задачи основывается на разработке концептуальной модели данных ИС ВН. Для построения модели данных проводится исследование и анализ используемой информации (входные и выходные информационные потоки, информационные ресурсы). Результатом исследования является набор сущностей и отношений между ними.

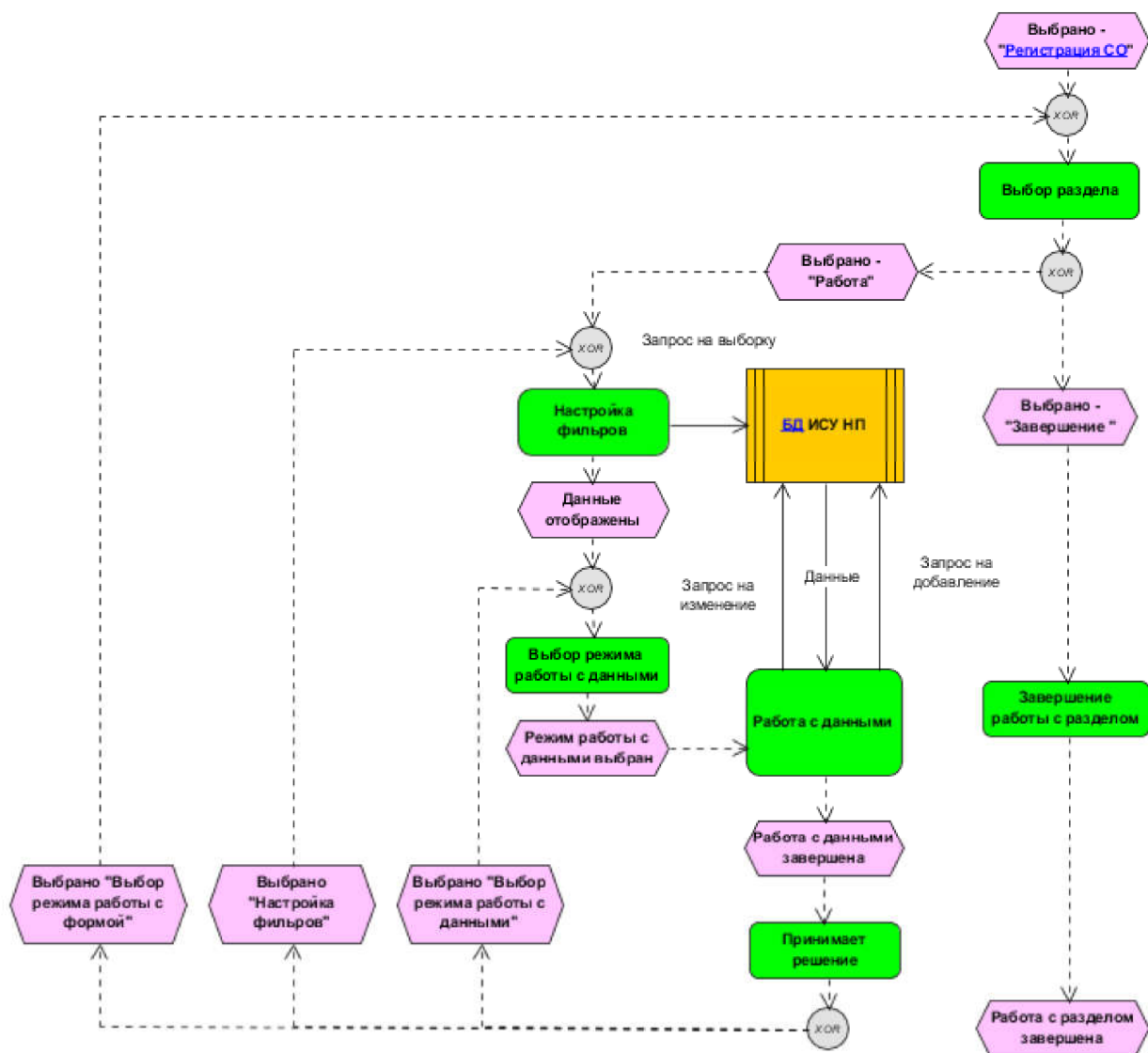


Рисунок 4 – Модель выполнения процесса: «Ведение карточки ВС»

Формализованное представление требований к организации данных в ИС ВН предполагает построение модели сущность-связь ERM (Entity Relationship Model). Графически модель данных представляется в виде ER-диаграммы. Использование ER-диаграммы для разработки модели данных позволяет наглядно отобразить требования к ИС ВН по составу, организации, форматам представления данных, а также определить основные информационные блоки и отношения между ними [11]. На рисунке 5 представлен фрагмент модели данных ИС ИАС в части учета технического состояния воздушных судов, определяющий набор сущностей (информационных блоков) и связей между ними.

Содержательно информационный блок определяет состав атрибутов, описывающих определенный объект или его свойства. Полученная таким образом модель данных позволяет определить требования по составу, структуре и форматам представления данных в ИС ИАС и обеспечит синтез структуры базы данных ИС.

**5. Моделирование пользовательского интерфейса.** Важнейшим элементом информационной системы является ее пользовательский интерфейс. От качества его разработки зависит эффективность внедрения и использования информационной системы. С одной стороны, пользовательский интерфейс должен обеспечить реализацию функциональности системы, а с другой – интуитивность понимания и удобство работы пользователя. При этом чем богаче функциональ-

ность системы и чем больше пользователей и ролей предусмотрено в ее модели вариантов использования, тем сложнее согласовать эти два требования.

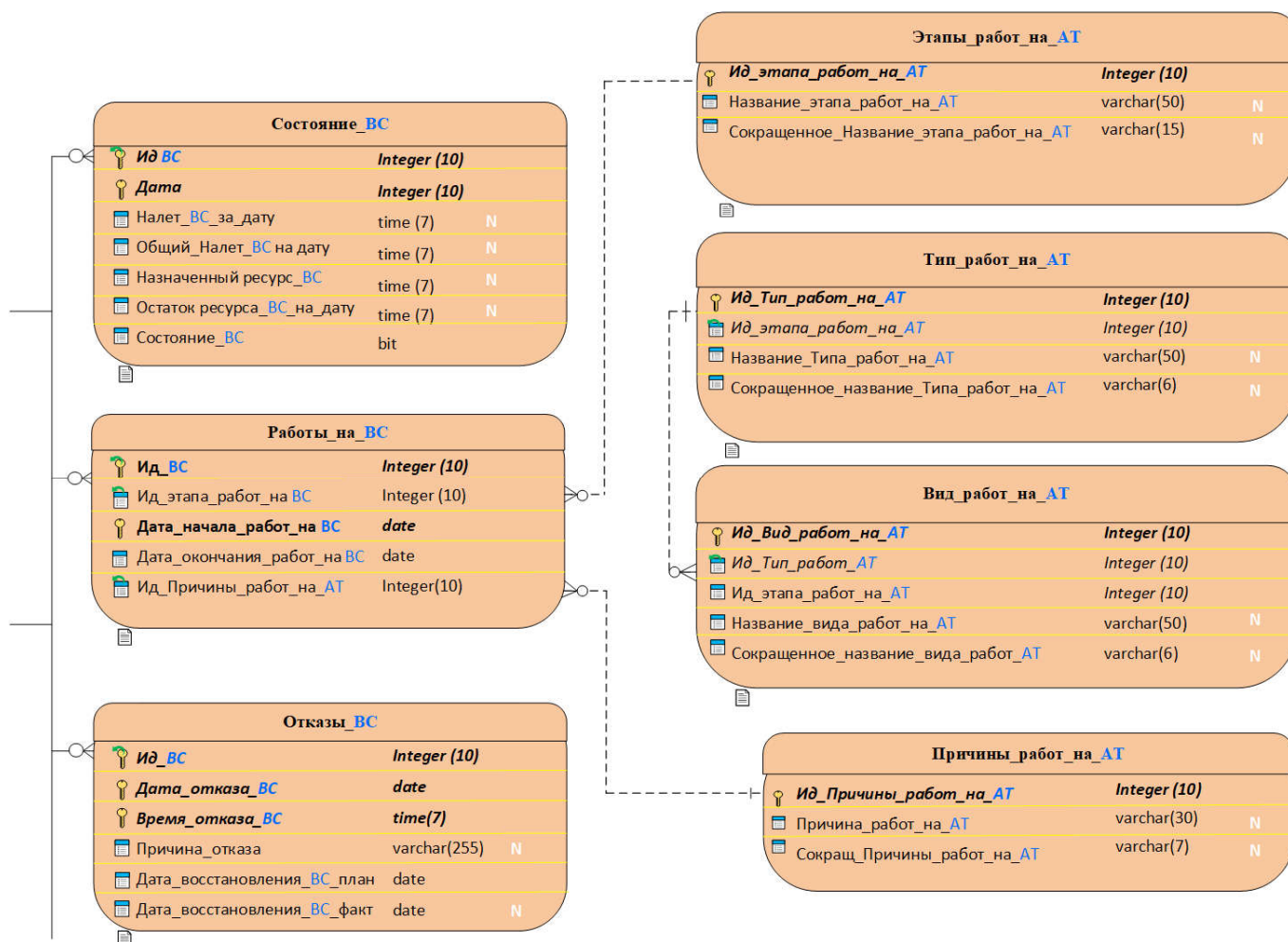


Рисунок 5 – Фрагмент модели данных ИС ИАС

Проектирование пользовательских интерфейсов сегодня является одним из наиболее актуальных направлений в сфере IT в мире. Существует даже устоявшийся термин UX/UI-дизайн [12] – проектирование любых пользовательских интерфейсов, в когда удобство использования также важно, как и внешний вид. В то же время проведенный анализ существующих подходов к моделированию пользовательских интерфейсов позволил сделать вывод, что все они, в основном, направлены на эргономичность дизайна и в меньшей степени ориентированы на оптимизацию представления функциональности системы. В связи с этим была разработана нотация моделирования пользовательского интерфейса, подробное описание которой представлено в соответствующей работе и выходит за рамки настоящей статьи.

Модель потока интерфейсов – разработанная авторами нотация, предназначенная для описания состава, структуры и поведения пользовательского интерфейса. На рисунке 6 представлена модель пользовательского интерфейса на примере программного комплекса оценки состояния воздушных судов, раскрытая до второго уровня иерархии.

Модель пользовательского интерфейса системы в разработанной нотации включает структуру элементов, а также диаграммы переходов между ними при наступлении различных событий, вызванных самой системой, внешней средой или действиями пользователя. На рисунке 7 представлен фрагмент рассматриваемой модели, раскрытой до нижнего уровня иерархии компонен-



тов. Стрелками показаны диаграммы переходов между элементами пользовательского интерфейса при определенных действиях пользователя.

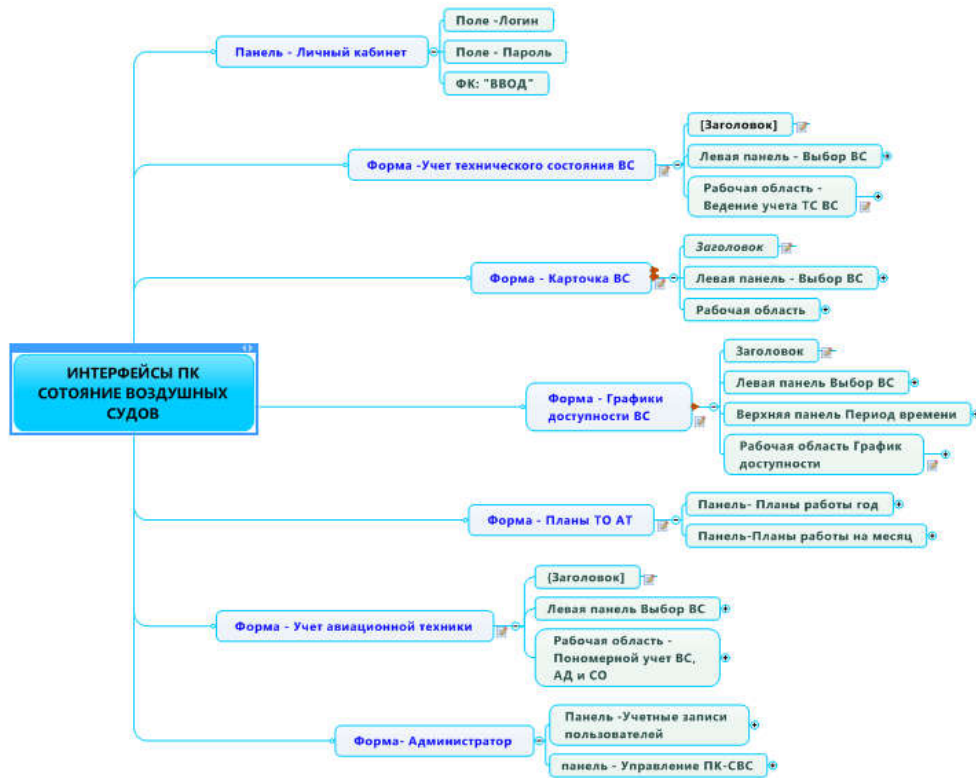


Рисунок 6 – Пример модели пользовательского интерфейса

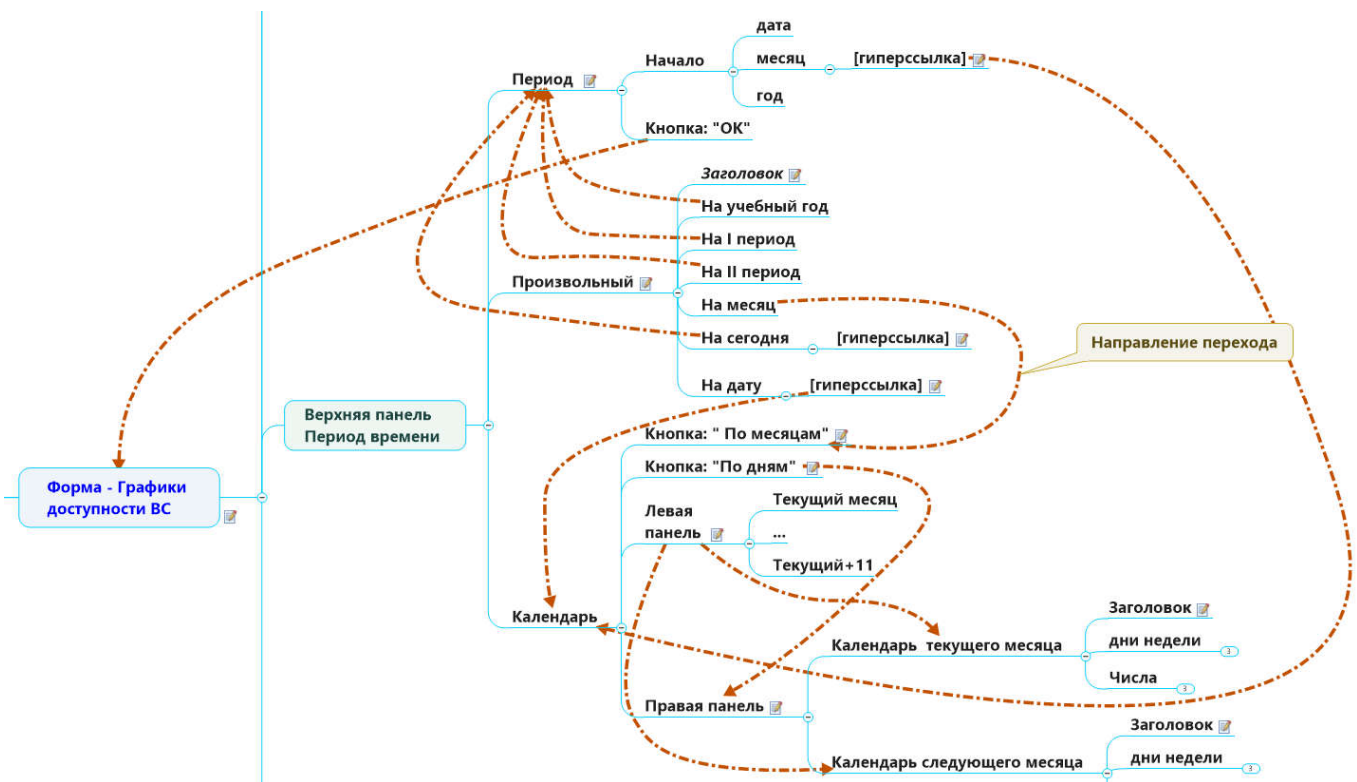


Рисунок 7 – Фрагмент модели пользовательского интерфейса

В связи тем, что большинство создаваемых информационных систем имеют веб-интерфейс, разработанная нотация предусматривает добавление соответствующих тегов и элементов JavaScript. Это обеспечивает возможность автоматического синтеза макета пользовательского интерфейса для его предварительного просмотра и тестирования переходов. На рисунке 7 в правой части приведен пример описания гиперссылки.

Разработанная нотация обеспечивает формирование требований к пользовательскому интерфейсу на всех уровнях, а также позволяет выполнять синтез макетов экранных форм и предварительное тестирование диаграммы переходов.

### **Выводы**

Сложность разрабатываемых информационных систем военного назначения приводит к необходимости использования современных методов моделирования в процессе обоснования требований к ИС ВН.

Разработка комплексной взаимосвязанной модели, отражающей функциональные, динамические и структурные аспекты перспективной информационной системы, позволяет повысить эффективность результатов предпроектных исследований и начальных этапов ОКР.

Применение унифицированного графического языка моделирования обеспечивает простоту взаимодействия всех участников и, как следствие, сокращение времени согласования документов, определяющих требования к перспективной информационной системе.

Использование разработанной нотации позволит сформировать и согласовать требования к пользовательскому интерфейсу системы и уже на этапе предпроектных работ протестировать синтезируемый макет.

Практическое использование разработанного подхода показало, что он позволяет существенно повысить эффективность работ по формированию и согласованию требований к перспективным информационным системам военного назначения. В то же время повсеместное его применение потребует совершенствования нормативного обеспечения процессов создания перспективных информационных систем военного назначения.

### **Список использованных источников**

1. Иванов В.В. Проблемы создания АСУ Вооруженных Сил // Воздушно-космическая оборона. – 2014. – № 4.
2. Вигерс К. Разработка требований к программному обеспечению / Пер. с англ. – М.: Русская Редакция, 2004. – 576 с.
3. Бусленко М.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978. – 400 с.
4. Карпов В.В., Карпов А.В. Особенности применения современных методов разработки программного обеспечения защищенных автоматизированных систем // Программные продукты и системы. – 2016. – № 1 (113).
5. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения – М.: Вооружение. Политика. Конверсия, 2004. – 419 с.
6. Вендров А.М. Методы и средства моделирования бизнес-процессов (обзор) // Jet Info. Информационный бюллетень. – 2004. – № 10 (137). – 32 с.
7. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Язык UML. Руководство пользователя. 2-е изд. / Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 496 с.
8. Халл Э., Джексон К., Джереми Д. Инженерия требований. – М.: ДМК-Пресс, 2017. – 224 с.
9. Кулябов Д.С. Королькова А.В. Введение в формальные методы описания бизнес-процессов: Учебное пособие. – М.: РУДН, 2008. – 173 с.

10. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. – 408 с.

11. Карпова Т.С. Базы данных: модели, разработка, реализация. – СПб.: Питер, 2001. – 304 с.

12. Шушпанова М.С. Исследование и разработка методики проектирования UX/UI дизайна интернет-платформы, основанной на социальном взаимодействии, на примере сервиса поиска компаньонов [Электронный ресурс]: магист. Дисс... – СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Институт компьютерных наук и технологий.