

СИНТЕЗ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ СЛОЖНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ ДЕКОМПОЗИЦИИ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Лубенцов А.В.¹, Дурденко В.А.²

Ключевые слова: целевая функция, декомпозиция, информационная безопасность, сложные информационные технические системы.

Аннотация

Постановка проблемы. При моделировании сложной информационной технической системы вопросы синтеза целевой функции являются первоочередными. Для решения этой задачи необходимо провести качественную декомпозицию системы и анализ составляющих элементов.

Цель. Статья посвящена системному анализу методики декомпозиции сложной информационной технической системы и синтезу ее целевой функции в целях повышения информационной безопасности.

Метод исследования. Проведен системный анализ методики декомпозиции сложной информационной технической системы. Метод декомпозиции используется для синтеза целевой функции сложной информационной технической системы.

Результаты. Показана целесообразность использования методики декомпозиции сложной информационной технической системы при ее моделировании. Приведен анализ использования различных моделей декомпозиции. Как вариант практического применения рассматривается применение декомпозиции для синтеза целевой функции сложной информационной технической системы на примере комплексной системы информационной безопасности.

Практическая значимость. Рассмотренные модели декомпозиции сложной информационной технической системы предлагаются к использованию при анализе и построении сложных систем. Пример синтеза целевой функции сложной информационной технической системы с использованием метода декомпозиции может быть использован как практическое руководство.

DOI: 10.24412/1994-1404-2025-4-54-68

Введение

Создание эффективной сложной информационной технической системы (СИТС) требует глубокого понимания ее целевой функции. Целевая функция представляет собой набор критериев, определяющих, насколько системно решение задач в рамках данной структуры. Методы декомпозиции — один из способов, позволяющий разбить сложные задачи на более мелкие и управляемые компоненты. Четкое понимание того, как осуществляется декомпозиция целевой функции, является необходимым для успешного проектирования и оптимизации ИС.

Термин «целевая функция» в контексте СИТС подразумевает набор критериев, по которым можно оценивать эффективность работы системы. Она определяет, какие задачи должна решать система, какие данные обрабатывать и каким образом взаимодействовать с пользователями. Целевая функция формирует основу для дальнейшего проектирования и реализации системы. Ряд этих вопросов рассматривался авторами ранее [1-4].

Целевая функция, как правило, должна включать в себя различные аспекты.

¹ Лубенцов Александр Витальевич, кандидат географических наук, доцент, Воронежский институт ФЦИН России, г. Воронеж, Российская Федерация. ORCID: 0000-0003-0239-4843, SPIN-код: 6530-4715.

E-mail: lubensov@mail.ru

² Дурденко Владимир Андреевич, доктор технических наук, профессор, Воронежский институт ФЦИН России, г. Воронеж, Российская Федерация.

E-mail: dva_viis@mail.ru

1. Производительность: время отклика системы на запросы пользователей.
2. Надежность: устойчивость системы к сбоям.
3. Удобство использования: простота и интуитивность интерфейса.
4. Безопасность: защита данных и предотвращение несанкционированного доступа.

Следовательно, правильное определение целевой функции — это ключевой шаг, который диктует дальнейший курс проектирования системы. В этой связи декомпозиция выступает в роли эффективного инструмента для разбивки сложных задач на составные части, что позволяет более детально проанализировать каждую из них.

Метод декомпозиции включает в себя разбиение сложной структуры на более мелкие и управляемые подзадачи. Это позволяет глубже изучить конкретные аспекты целевой функции и создать её более понятную и удобную модель. Существует несколько подходов к декомпозиции.

1. Структурная декомпозиция.

Структурная декомпозиция включает в себя разбиение системы на ее подструктуры. Это может быть основано на принципах функциональности, где каждая подсистема отвечает за конкретный набор задач. Например, при разработке системы управления заказами можно выделить следующие подсистемы:

- Обработка заказов.
- Управление запасами.
- Финансовый учет.

Каждая подсистема может включать в себя свои процессы и функциональные элементы, что упрощает анализ и тестирование.

2. Декомпозиция по функциональным требованиям.

Этот подход фокусируется на разделении системы по функциональным требованиям. Например, если система предназначена для автоматизации бизнес-процессов, ее можно декомпозировать на функции, такие как обработка данных клиентов, управление проектами и администрирование пользователей.

Каждая функция имеет собственные входные и выходные данные, что позволяет отдельно тестировать и оптимизировать ее производительность. Данный метод также упрощает включение новых функционалов в будущем.

3. Декомпозиция на уровне данных.

Данный подход рассмотрит структурное представление данных системы, такого как базы данных и их схемы. Декомпозиция на уровне данных позволяет выделить отдельные таблицы, записи и поля, которые отвечают за конкретные аспекты работы системы. Применение этого подхода важно для обеспечения согласованности данных и повышения их качества, что в конечном итоге влияет на целевую функцию системы.

Метод декомпозиции предоставляет множество преимуществ при построении целевой функции информационной системы. Перечислим основные из них.

1. Повышение управляемости.

Декомпозируя систему на более мелкие подзадачи, разработчики могут сосредотачиваться на каждой отдельной части. Это не только упрощает анализ каждой из подсистем, но и помогает выявить проблемы и недостатки на ранних стадиях разработки.

2. Упрощение тестирования.

Каждая часть системы, определенная при декомпозиции, может быть протестирована отдельно. Такой подход значительно снижает риски ошибки и ускоряет процесс выявления и устранения недостатков. Также это позволяет гарантировать, что каждая подсистема предоставляет ожидаемую функциональность.

3. Гибкость в развитии.

Проектирование системы с учетом декомпозиции облегчает добавление нового функционала в будущем. Если одна подсистема требует доработок или изменений, это обычно не влияет на другие части системы, что делает процесс более плавным и менее рискованным.

4. Упрощение взаимодействия между командами.

Как правило, для разработки больших информационных систем требуется команда специалистов. Декомпозиция позволяет разбить систему на независимые части, что делает возможным параллельную работу нескольких команд. Каждая команда может сосредоточиться на своей части, что значительно ускоряет процесс разработки.

Постановка задачи

В данной статье рассматривается использование метода декомпозиции для формирования целевой функции сложной информационной технической системы, проводится системный анализ методики декомпозиции сложных информационных технических систем. А также методика построения целевой функции сложной информационной технической системы с использованием методов формализации и декомпозиции.

Анализ предшествующих работ

Использование метода декомпозиции известно еще со времен Древней Греции. Но впервые в научных работах декомпозиция была рассмотрена Р. Декартом в работе «Рассуждение о методе». Сегодня это широко применяемый научный метод.

Например, в работе [5] «Рассмотрен процесс оценивания эффективности в ходе проектирования и функционирования информационной системы — сложной автоматизированной системы. Представлены варианты декомпозиции показателей эффективности информационной системы и оценок эффективности функционирования ее элементов. При этом система управления предполагается централизованной, однозвенной. Рассмотрены стандартные показатели процесса управления (оперативность, непрерывность, устойчивость и скрытность). Функционирование системы оценивается на основе фазовых траекторий эталонных значе-

ний» [5]. При этом авторы проводят «декомпозиции показателей эффективности информационной системы», хотя логично было бы проводить декомпозицию самой системы, а потом интегрирование показателей эффективности. К тому же «система управления предполагается централизованной, однозвенной», что существенно упрощает задачу и уводит нас от СИТС.

Интересную работу предлагают авторы А.Е. Краснов, А.А. Сапогов [6]. Они утверждают, что «внедрение информационных решений предопределяет необходимость постоянного сервисного обслуживания сложных информационных систем, зачастую интегрированных в глобальные информационные продукты. Различная степень внешней и внутренней интеграции, различные места дислокации объектов эксплуатации, разноплановые технические средства и оборудование, различие методов определения качественного состояния объектов создают управленческие и технические риски, включая потери данных. Отсутствие единых методов комплексной агрегированной оценки качественного состояния сложной информационной системы, состоящей одновременно из ряда объектов (программного и аппаратного (физического) обеспечения) и необходимость их разработки обуславливают актуальность и новизну данной темы» [6]. Целью рассматриваемой работы «является предложение использования методологии нелинейного агрегирования разнородных показателей состояния сегментов сложной информационной системы в один сводный показатель, отражающий общее состояние всей сложной информационной системы» [6]. Модели «нелинейного агрегирования разнородных показателей состояния сегментов сложной информационной системы» актуальны и востребованы в современный период всеобщего внедрения СИТС.

Автор В.К. Кучмин в своей работе [7] рассматривает «применение методов системного анализа для выявления уязвимостей в системах информационной безопасности образовательных организаций. Предложена методика, включающая декомпозицию системы, функциональное моделирование, анализ сетевых графов и стохастическое моделирование для оценки уязвимостей. Выполнены сложные математические вычисления, такие как использование метода Монте-Карло, теория массового обслуживания и анализ надежности системы. Научная новизна работы заключается в адаптации традиционных методов системного анализа к специфике образовательных учреждений, что позволяет учитывать технические и организационные аспекты информационной безопасности» [7]. Практическое применение теории сложных систем для практических решений актуально и востребовано, однако в работе не прослеживаются «теория массового обслуживания и анализ надежности системы», только основы метода Монте-Карло и теории графов.

Интересную модель практического применения оптимальной декомпозиции и синтеза целевой функции предлагает А.И. Балунов [8]. В работе «Рассмотрена за-

дача оптимальной декомпозиции ректификационных систем, разделяющих многокомпонентные атермальные смеси, на подсистемы с получением необходимой информации для расчета каждой колонны в отдельности. Целевая функция задачи оптимизации — информационный критерий оценки степени организованности системы, который для разделительных систем является критерием относительной оценки качества разделения смеси. При варьировании отборов продуктов используется стратегия максимизации этого критерия, а при варьировании незакрепленных концентраций компонентов наоборот — стратегия его минимизации» [8]. Работа интересна использованием декомпозиции в процессе синтеза целевой функции практической системы. Однако, в литературе такое объединение встречается очень редко.

В этой связи автор предлагает свое видение проблемы.

Формализация методики декомпозиции сложных информационных технических систем

Приведем анализ задач, возникающих при декомпозиции СИТС, а также визуализацию процесса декомпозиции СИТС, (Рис.1).

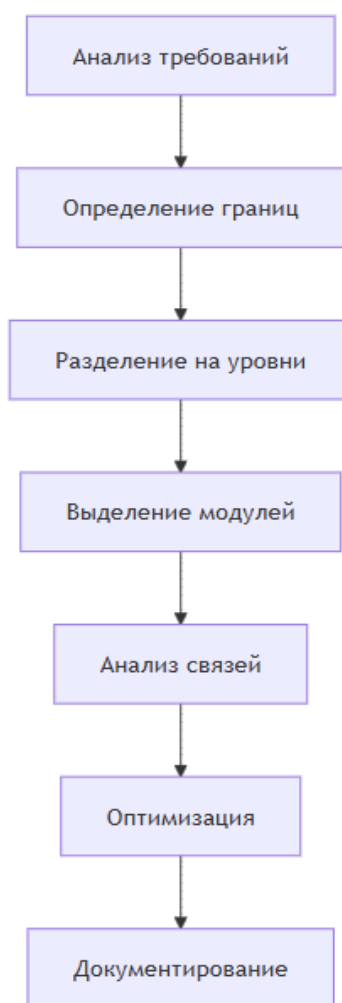


Рис. 1. Визуализация процесса декомпозиции СИТС

1. Анализ требований и целей системы.
 - Определение функций и задач системы.
 - Выделение ключевых характеристик и ограничений.
 - Постановка целей декомпозиции.
2. Определение границ системы.
 - Выделение внешних и внутренних границ.
 - Определение взаимодействий с внешней средой и другими системами.
3. Разделение системы на уровни и подсистемы.
 - Иерархическая структура (например, по функциональному, физическому или логическому признакам).
 - Создание уровней абстракции.
4. Выделение модулей и компонентов.
 - Определение самостоятельных элементов системы.
 - Назначение функций и ответственности каждому модулю.
5. Анализ связей и взаимодействий.
 - Определение интерфейсов между компонентами.
 - Установление протоколов обмена данными и управления.
6. Оптимизация структуры
 - Минимизация связей и зависимостей
 - Обеспечение модульности и повторного использования компонентов
7. Документирование структуры
 - Создание диаграмм, схем и описаний
 - Нормализация архитектуры системы

На основе проведенного анализа предлагаются основные принципы декомпозиции СИТС (Табл. 1), а также основные варианты декомпозиции, (Табл. 2).

Таблица 1.

Основные принципы декомпозиции

Принцип	Описание
Модульность	Разделение системы на независимые модули
Абстракция	Уровни детализации для упрощения понимания
Инкапсуляция	Ограничение доступа к внутренним данным компонентов
Повторное использование	Создание компонентов, пригодных для многократного применения
Минимизация связей	Уменьшение количества взаимодействий между компонентами

Таблица 2.

Варианты декомпозиции

Вариант	Описание
Функциональная	Разделение по функциям и задачам системы
Физическая	Разделение по физическим компонентам или устройствам
Логическая	Разделение по логическим блокам и подсистемам
Процессная	Разделение по этапам обработки данных или процессов

Методика декомпозиции СИТС позволяет структурировать проект, повысить управляемость и обеспечить качество разработки и эксплуатации. Важными аспектами являются правильный выбор критериев разбиения, соблюдение принципов модульности и документирование архитектуры.

Использование методики декомпозиции СИТС является важной составляющей современного инженерного анализа и проектирования. В условиях быстрого развития технологий и увеличения сложности систем, их разбиение на более управляемые компоненты становится необходимым условием для повышения эффективности разработки, эксплуатации и обслуживания. Такой подход позволяет не только упростить понимание структуры системы, но и обеспечить более точное выявление ключевых элементов, их взаимосвязей и зависимостей, что способствует оптимизации процессов и снижению рисков ошибок [9].

Декомпозиция технических систем основывается на использовании системного подхода, который предполагает рассмотрение системы как совокупности взаимосвязанных элементов, функционирующих в рамках определенных критериев и ограничений. В рамках данной методики особое внимание уделяется целенаправленному выделению элементов, которые имеют наибольшее влияние на работу системы в целом. Это позволяет сосредоточить усилия на наиболее критичных компонентах и определить пути их улучшения или модификации [10].

Практическая значимость разработки методики декомпозиции подтверждается ее широким применением в различных отраслях, таких как машиностроение, информационная безопасность, автоматизация производства и другие. В условиях, когда системы становятся все более сложными и многоуровневыми, применение методов декомпозиции позволяет снизить объем ра-

боты по их проектированию и тестированию, повысить надежность и устойчивость, а также обеспечить более эффективное управление проектами [9].

Ознакомление с принципами декомпозиции акцентирует внимание на важности детального изучения и упорядочивания многогранных объектов, что служит основой для совершенствования способов их разработки и улучшения характеристик. В эпоху стремительного научно-технического развития именно эти методы позволяют обеспечить высокий уровень качества и безотказности технических систем, одновременно усиливая их позиции в условиях конкуренции.

Генерация целей декомпозиции основывается на необходимости определения четких и измеримых задач, которые должны быть достигнуты в процессе разбиения системы на компоненты. Этот этап является ключевым, поскольку от правильности постановки целей зависит эффективность всей процедуры декомпозиции и качество полученных результатов. В рамках методики формулируются как общие, так и конкретные цели, ориентированные на выявление структурных элементов, их взаимосвязей и функциональных ролей [9].

Основной задачей является установление критериев, по которым будет осуществляться разбиение системы. Например, целью может быть минимизация связей между компонентами, что способствует уменьшению сложности взаимодействий и повышению модульности системы. Также могут ставиться цели по обеспечению устойчивости системы к внешним воздействиям или повышению надежности отдельных элементов. Важным аспектом является согласование целей декомпозиции с исходными требованиями к системе, что позволяет избежать искажения исходных характеристик или необходимости повторных переработок [10].

При формулировании целей особое внимание уделяется их полноте и конкретности. Необходимость в этом обусловлена тем, что некорректно поставленные задачи могут привести к избыточной детализации или, напротив, к пропуску важных элементов. В результате, декомпозиция не сможет обеспечить ожидаемого уровня оптимизации и повышения эффективности системы. В практике широко используется методика определения целей через анализ функциональных требований, что позволяет выявить наиболее критичные компоненты и сферы их взаимодействия [9].

Еще одним важным аспектом является установление приоритетов. В условиях ограниченных ресурсов и времени целесообразно определить, какие цели являются наиболее важными для достижения конечных целей проекта. Такой подход способствует концентрации усилий на наиболее значимых элементах системы, что в конечном итоге обеспечивает более эффективное выполнение задачи декомпозиции. В рамках исследований отмечается, что правильное определение целей и их приоритизация существенно повышают качество и скорость реализации процесса разбиения сложных систем [10].

Важным результатом генерации целей является создание базы для последующего анализа и выбора методов декомпозиции. Четко сформулированные задачи позволяют определить наиболее подходящие подходы и критерии для разбиения системы, а также обеспечить контроль за выполнением поставленных целей в ходе реализации. Такой системный подход способствует достижению сбалансированности между детализацией и управляемостью системы, что является важной предпосылкой для успешной реализации проекта [9].

Идентификация ключевых элементов и связей является важнейшим этапом в методике декомпозиции технических систем, поскольку именно на этом этапе формируется представление о структурной организации объекта исследования. В рамках системного подхода, который предполагает рассмотрение системы как совокупности взаимосвязанных компонентов, особое значение приобретает выявление элементов, оказывающих наибольшее влияние на функционирование всей системы, а также установление связей между ними [9].

Процесс идентификации начинается с анализа исходных данных, полученных в ходе предварительного исследования системы. На этом этапе осуществляется сбор информации о функциональных ролях элементов, их характеристиках и взаимосвязях, что позволяет определить наиболее важные компоненты, обеспечивающие ключевые функции системы. Важным инструментом при этом является картирование структурных взаимосвязей, которое позволяет визуализировать связи и зависимости между элементами, а также выявить критические узлы и пути распространения воздействий [10].

Экспертные оценки и количественные методы анализа, такие как методы оценки важности элементов и анализа влияния, широко применяются для уточнения ролей компонентов и их связей. Например, при моделировании сложных систем используют показатели степени влияния или коэффициенты связности, что позволяет выделить ключевые элементы, обеспечивающие стабильность и устойчивость системы [9]. В рамках исследований отмечается, что такие методы позволяют повысить точность выявления критических компонентов, что в свою очередь способствует более эффективной декомпозиции и дальнейшему управлению структурой системы.

Особое значение имеет установление связей между элементами, поскольку именно они определяют поведение системы при различных условиях эксплуатации. Связи могут носить как функциональный, так и структурный характер, и их анализ помогает понять, как изменения в одном компоненте могут повлиять на работу всей системы. В этом контексте важной задачей является определение степени влияния каждого элемента на общую устойчивость и надежность системы. В результате, при идентификации ключевых элементов и связей создается модель, которая служит основой для последующей разработки критериев и методов декомпозиции [10].

Также следует учитывать, что в современных сложных системах связи могут быть многоуровневыми и динамическими, что требует применения методов многослойного анализа и моделирования. В таких случаях идентификация ключевых элементов и связей осуществляется с учетом уровней абстракции, а также с помощью автоматизированных систем поддержки принятия решений. Это позволяет не только повысить точность выявления важных компонентов, но и ускорить процесс анализа, что особенно актуально при работе с большими объемами данных.

Таким образом, этап идентификации ключевых элементов и связей формирует фундамент для дальнейших процедур декомпозиции, обеспечивая понимание внутренней структуры системы и выделение наиболее значимых компонентов. Это, в свою очередь, способствует оптимизации процессов проектирования, повышения надежности и управляемости технических объектов, что является важным аспектом современного инженерного анализа и разработки сложных систем.

Выбор критериев декомпозиции является одним из наиболее ответственных этапов в процессе структурирования сложных технических систем. От правильности определения критериев зависит не только эффективность самой процедуры разбиения, но и качество полученных компонентов, их взаимодействий и последующая управляемость системы в целом. В современных условиях, когда системы характеризуются высокой степенью сложности и многоуровневой организацией, подбор критериев требует учета множества факторов и параметров, что делает этот этап особенно важным и многоаспектным.

Первоначально, при выборе критериев декомпозиции, необходимо ориентироваться на исходные цели проекта и функциональные требования к системе. Например, если основным приоритетом является снижение сложности взаимодействий между компонентами, то одним из ключевых критериев станет минимизация связей. Такой подход способствует повышению модульности, что облегчает обслуживание и модернизацию системы [9]. В случае, когда важна устойчивость к внешним воздействиям, критериями могут стать параметры, связанные с надежностью и отказоустойчивостью элементов.

Следующий аспект — это количественные показатели, которые позволяют объективно оценить эффективность декомпозиции. Например, использование метрик степени связанности или коэффициентов влияния помогает определить, какие компоненты являются ключевыми для функционирования системы. Такие показатели позволяют не только выбрать оптимальные границы разбиения, но и спрогнозировать последствия изменения структуры [10]. В результате, критерии должны быть сформулированы таким образом, чтобы обеспечить баланс между уровнем детализации и управляемостью, а также соответствовать техническим и экономическим требованиям.

Особое значение имеет учет специфики системы и условий эксплуатации. В случае автоматизированных систем или систем с динамическими связями, критерии должны включать параметры, связанные с адаптивностью и масштабируемостью. В таких случаях используют критерии, основанные на уровнях абстракции, что позволяет учитывать многоуровневую организацию и сложность связей между уровнями. Это особенно актуально для систем, функционирующих в условиях изменяющихся внешних условий или требующих постоянной адаптации.

Важным аспектом при выборе критериев является их измеримость и возможность количественной оценки. Невозможно эффективно провести декомпозицию без четко сформулированных и проверяемых параметров. В практике широко применяется методика определения критериев через анализ функциональных требований, что позволяет выделить наиболее важные показатели, отражающие критические аспекты работы системы. В этом контексте необходимо учитывать не только внутренние параметры системы, но и внешние факторы, такие как условия эксплуатации, требования безопасности и нормативные стандарты.

Кроме того, для повышения эффективности процесса декомпозиции рекомендуется использовать критерии приоритизации, которые позволяют определить, на какие компоненты следует обратить особое внимание в первую очередь. В условиях ограниченных ресурсов и сжатых сроков такие критерии помогают сосредоточить усилия на наиболее критичных элементах и снизить риск возникновения ошибок или пропусков [10]. В результате, подбор критериев должен быть системным и учитывать все аспекты функционирования системы, а также особенности конкретной задачи.

В заключение, выбор критериев декомпозиции является важнейшим этапом, который требует комплексного подхода и учета множества факторов. Правильно сформулированные критерии обеспечивают достижение целей проекта, позволяют повысить качество и управляемость системы, а также снизить затраты на последующие этапы проектирования и эксплуатации. Такой подход способствует созданию устойчивых, надежных и легко управляемых технических систем, что является важным условием их успешного внедрения и дальнейшего развития.

Процесс декомпозиции представляет собой систематическую последовательность действий, направленных на разбиение исходной системы на более управляемые и понятные компоненты. Этот этап основывается на использовании различных методов и подходов, которые позволяют обеспечить структурированное и целенаправленное разделение системы, соответствующее поставленным целям и выбранным критериям [9].

Первым шагом в процессе декомпозиции является подготовка исходных данных и анализ исходной системы. На этом этапе собирается вся необходимая информация о функциональных возможностях, структурных связях и характеристиках элементов системы. Важной

задачей является определение границ системы и выделение ее основных подсистем, что способствует созданию базовой модели для дальнейших действий. В практике широко применяются методы структурного анализа и моделирования, позволяющие визуализировать взаимосвязи и выявить критические узлы, что способствует более точной и эффективной декомпозиции.

Далее, осуществляется выбор подхода к разбиению. В зависимости от целей проекта и особенностей системы, могут использоваться различные методы, такие как функциональное разбиение, структурное деление или модульное проектирование. Например, при необходимости минимизации связей между компонентами предпочтительным является функциональный подход, при котором выделяются независимые или слабо связанные модули. В случаях, когда важна устойчивость к внешним воздействиям, используют методы, ориентированные на выделение элементов с высокой степенью автономности.

Следующий этап включает непосредственное разбиение системы по выбранным критериям. Этот процесс может включать использование алгоритмов и автоматизированных систем поддержки принятия решений, что особенно актуально при работе с большими и сложными системами. В таких случаях применяются методы кластеризации, графового анализа и оптимизации, позволяющие определить наиболее подходящие границы для компонентов и их взаимосвязей. Важной задачей является соблюдение баланса между уровнем детализации и управляемостью, чтобы не получить чрезмерно разветвленную структуру, которая усложняет управление и обслуживание [10].

Особое внимание уделяется последовательности разбиения, которая должна учитывать иерархическую структуру системы. Обычно декомпозиция осуществляется поэтапно, начиная с более крупных подсистем и постепенно переходя к более мелким компонентам. Такой подход позволяет сохранить управляемость и обеспечить возможность контроля на каждом этапе. В практике рекомендуется использовать итеративные методы, позволяющие корректировать границы и связи по мере получения новых данных или выявления новых аспектов системы.

Важным аспектом является документирование каждого этапа декомпозиции. Вся процедура должна сопровождаться созданием схем, описаний и моделей, которые фиксируют принятые решения и обоснования. Это обеспечивает прозрачность процесса и позволяет повторно использовать полученные результаты при последующих моделированиях или модификациях системы. Кроме того, хорошо документированный процесс декомпозиции способствует повышению качества управления проектами и снижению риска ошибок в дальнейшем.

Наконец, после завершения разбиения системы проводится проверка полученной структуры на соответствие исходным целям и критериям. В рамках этого этапа осуществляется тестирование, анализ устойчи-

вости и оценки эффективности разделения. При необходимости вносятся корректировки, что позволяет повысить точность и надежность итоговой модели. Такой подход обеспечивает системность и последовательность в выполнении процесса декомпозиции, что способствует достижению поставленных целей и повышению качества разрабатываемых систем.

Оценка результатов декомпозиции является важнейшим этапом, позволяющим определить эффективность проведенной процедуры и соответствие полученной структуры исходным целям и критериям. Этот процесс включает комплексный анализ, который позволяет выявить как положительные аспекты, так и возможные недостатки разбиения системы, что способствует дальнейшему совершенствованию методик и повышению точности моделирования.

Первым шагом в оценке является проведение тестирования полученной структуры на соответствие заданным критериям. В рамках этого этапа осуществляется проверка полноты декомпозиции, то есть, насколько выделенные компоненты и связи отражают функциональные и структурные особенности исходной системы. В качестве показателей используются метрики связности, модульности и изоляции элементов, что позволяет количественно определить степень разобщенности компонентов и их автономность.

Далее, важным аспектом является оценка устойчивости и надежности разложенной системы. В рамках анализа проводятся моделирование и симуляции, которые позволяют определить поведенческие характеристики структуры при различных внешних воздействиях и внутренних сбоях. В результате выявляются слабые места, узкие места и потенциальные точки отказа, что дает возможность внести коррективы и повысить устойчивость системы [11].

Особое значение имеет анализ управляемости и модифицируемости разложенной структуры. Оценивается, насколько легко и быстро можно вносить изменения в компоненты или связи без нарушения целостности системы. Такой анализ особенно актуален для систем, требующих регулярного обновления и адаптации к изменяющимся условиям эксплуатации.

Важным инструментом оценки является использование экспертных оценок и методов многокритериального анализа. Эксперты могут дать субъективную оценку, исходя из опыта и знаний, что особенно важно при наличии неопределенностей или сложных зависимостей, недоступных к учету количественными методами. В совокупности, такие оценки позволяют сформировать более комплексное представление о качестве декомпозиции и определить направления для ее улучшения [9].

Еще одним важным аспектом является анализ влияния изменений. В рамках оценки проверяется, как изменения в отдельных компонентах или связях могут повлиять на общую работу системы. Такой анализ помогает понять устойчивость структуры к внешним и внутренним воздействиям и определить степень ее адаптивности [10].

В результате оценки формируется отчет, включающий рекомендации по улучшению структуры, а также показатели эффективности и надежности системы. Такой отчет служит основой для принятия решений о необходимости переработки или доработки структуры, а также для планирования последующих этапов развития системы. Важность этого этапа заключается в обеспечении системной целостности и повышении степени управляемости, что способствует достижению оптимальных характеристик технической системы.

Синтез целевой функции сложной информационной технической системы: анализ предшествующих работ

Моделированию целевой функции посвящено достаточно много работ. Большинство работ, изучающих системы управления, системы принятия решений, модели оценки эффективности и оптимизации так или иначе используют целевые функции.

Например, в работе группы авторов под руководством А.А. Легкодумова [12] рассматриваются различные подходы к выполнению процедуры анализа влияния изменений программного обеспечения (ПО) на его безопасность, а также предложен новый метод проведения процедуры анализа, использующий потоки управления функцией. ... Цель предлагаемого метода — снижение уровня требований к эксперту, проводящему исследование ПО; локализация областей кода для исследования на наличие дефектов в функциях, обеспечивающих защиту информации; сокращение времени, затрачиваемого на проведение анализа влияния изменений. Проанализированы наиболее распространенные методы анализа изменений. Приведено описание положительных и отрицательных сторон методов анализа. Рассмотрена возможность анализа изменений потока управления функциями ПО как альтернатива стандартному посстрочному сравнению полного объема исходных текстов. После построения потоки управления различных версий одного ПО, представленные в виде древовидных графов, проходят процедуру объединения. Конечный результат анализируется экспертом. Приведены результаты исследования методов анализа изменений ПО с описанием недостатков» [12]. В статье предлагается применение декомпозиции информационных потоков для оптимизации результатов в соответствии с целевой функцией.

В работе [13] авторы «рассматривают различные подходы к модификации основной постановки многокритериальной (многоцелевой) задачи оптимизации. Предполагается, что для каждой цели вводится оценочная функция, которая определяет степень достижения цели для любого допустимого решения. Рассматриваются различные варианты учета взаимодействия целевых функций, степени конфликтности каждой функции, расстояния до максимального и минимального желаемых уровней достижения цели. ... Затем осуществляет-

ся переход к обобщенной цели с использованием треугольных норм» [13].

В связи с бурным развитием моделей квантовой связи, интерес представляет работа Дубровина А.С. [14]. Она «посвящена актуальной тематике распространения в рамках квантового полумарковского системного анализа, как одного из возможных перспективных направлений системного анализа, методов конечных полумарковских процессов на случай сложных квантовых систем с интерферирующими нецелевыми состояниями. Исследование таких систем с позиций системного анализа означает исследование, прежде всего, информационных аспектов системы: целей, сигналов, информационных потоков. Тогда полумарковские процессы и состояния рассматриваются в расширенном смысле, в котором стохастичность понимается в контексте не только вероятностей, но и амплитуд вероятностей. Предложен комплекс взаимосвязанных аксиологического и каузального представлений стохастической модели динамики сложной квантовой системы. ... Этот анализ позволяет оценивать достижимость цели и своевременность ее достижения сложной квантовой системой. Под целью системы здесь понимается достижение любого состояния, принадлежащего подмножеству (подпространству) конечного множества (пространства) всех состояний. ... Такая формализация позволяет использовать в расширенном смысле теорию конечных полумарковских процессов для построения характеристик аксиологического представления» [14]. Автор рассматривает стохастические процессы, позволяющие получить оценки квантовых информационных составляющих, что имеет огромное значение в моделях сверхзащищенных систем передачи информации.

Авторы следующей работы [15] моделируют оптимизацию информационных потоков в учебном процессе. Работа «посвящена обоснованию необходимости и путей оптимизации информационных потоков, существующих в учебном процессе. Приводится анализ задач, которые существуют при организации учебного процесса на примере высшего учебного заведения, роли современных информационных технологий, обеспечивающих обучение студентов. ... Представление учебного процесса с помощью сетевых моделей позволяет провести их формализацию в форме, удобной для оптимизации, в зависимости от поставленной задачи, соответствующей целевой функции и заданным ограничениям, учитывающим специфику каждой информационной модели учебного процесса» [15]. Однако, целевая функция образовательной системы представлена достаточно формально.

Ряд авторов в работе [16] рассматривает модели принятия решений в процессе эксплуатации СИТС. «Предметом исследования является процесс сопровождения жизненного цикла сложных технических систем. ... В работе изложена концепция и математическая модель поддержки принятия решений задач сопровождения жизненного цикла сложных технических

систем. Отмечено, что поддержка принятия решений должна рассматриваться на следующих взаимосвязанных уровнях: системы информационной поддержки жизненного цикла как источника информации о текущем состоянии образца; цифровой модели как источника информации о прогнозируемом состоянии образца; программного обеспечения компьютерного моделирования, выступающего в роли инструментального средства исследования образца с использованием цифровой модели; информационного обеспечения для обобщения, обработки и хранения промежуточных и итоговых данных об образце; функциональных модулей, обеспечивающих интеллектуальную поддержку и автоматизацию; задач сопровождения жизненного цикла, определяющих целевую функцию системы поддержки принятия решений. ... Представлены компоненты системы поддержки принятия решений и приведена их взаимосвязь. Показано, что внедрение системы поддержки принятия решений позволит решить следующие задачи сопровождения жизненного цикла: обоснование необходимости создания сложных технических систем; оценка результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; оценка реализации требований к сложным техническим системам; мониторинг и оценка эксплуатационных характеристик образца системы. Даны рекомендации по дальнейшему развитию систем поддержки принятия решений» [16]. Вместе с тем, в статье недостаточно места уделено системе защиты СИТС от несанкционированного влияния.

Синтез целевой функции сложной информационной технической системы на примере комплексной системы информационной безопасности

Современные информационные технические системы становятся всё более сложными и многофункциональными. Среди них особое место занимают комплексные системы информационной безопасности (КСИБ), которые требуют особого подхода к проектированию и управлению. Целевые функции таких систем необходимо формулировать с учётом множества факторов, включая технические, экономические и социальные аспекты.

Сложные системы имеют множество взаимосвязанных компонентов, взаимодействующих друг с другом и окружающей средой. Они могут включать в себя программное обеспечение, аппаратные средства, процессы и людей, являясь интегрированным целым.

Сложные технические системы можно охарактеризовать несколькими ключевыми аспектами:

- Множественность компонентов: в таких системах множество взаимозависимых компонент, каждый из которых выполняет свою уникальную функцию.
- Динамичность: они постоянно изменяются, адаптируясь к новым условиям и требованиям.

- Невозможность предсказания: поведение сложных систем зачастую трудно предсказать из-за наличия многих переменных и их взаимного влияния.

От понимания сложности системы зависит способность её адекватного анализа и формулирования целевой функции, что влияет на эффективность работы системы в целом.

Целевая функция — это математическая формула или алгоритм, который описывает, чего необходимо достичь в процессе функционирования системы. В контексте комплексной системы безопасности целевая функция служит ориентиром для проектирования, оценки и управления процессами, обеспечивающими безопасность.

Первый шаг в построении целевой функции заключается в себе определение целей системы безопасности. Эти цели могут быть различными и часто пересекаются, включая:

- Защита данных: предотвращение несанкционированного доступа и утечек информации.
- Физическая безопасность: защита объектов от физического воздействия, включая кражи и вандализм.
- Надежность работы: обеспечение бесперебойной работы системы даже в условиях внешних угроз.

Формулировка целей требует внимательного анализа возможных угроз и уязвимостей. От этого будет зависеть, насколько эффективно система сможет справляться с возникающими вызовами [17].

После определения целей системы необходимо синтезировать модель, которая будет формализовать процесс достижения этих целей. Важно учитывать следующие параметры:

Качество защиты: это метрика, оценивающая уровень защиты, предоставляемый системой. Например, можно использовать процент предотвращённых угроз.

Надежность: процент безотказной работы системы.

Сложность работы: уровень ресурсов, необходимых для эксплуатации системы.

Формулировка целевой функции может выглядеть следующим образом:

$$C = f(Q, R, S)$$

где (C) — итоговая оценка системы, (Q) — качество защиты, (R) — надежность, (S) — сложность работы.

Эта модель позволяет получить количественную оценку для различных вариантов конфигурации системы безопасности и поможет в выборе оптимального варианта [18-19].

Перед построением целевой функции необходимо провести анализ текущего состояния существующей системы безопасности. Это включает в себя:

- Оценка существующих угроз.
 - Анализ текущих мер безопасности.
 - Идентификация уязвимых мест в системе.
- Рассмотрим вопрос подробнее.

Одним из важнейших этапов является анализ угроз. Этот процесс включает в себя выявление потенциаль-

ных рисков и их анализ. К примеру, для физической безопасности это могут быть кражи, вандализм, а для информационной безопасности — кибератаки, утечка данных. Оценка угроз дает представление о том, какие аспекты требуют наибольшего внимания при разработке целевой функции.

Следующий шаг — анализ существующих мер безопасности. Этот процесс включает в себя изучение того, как в настоящее время осуществляется защита и насколько эти меры эффективны. Исследовать текущее состояние систем можно с помощью интервью, анализа документов и практических тестов на безопасность.

Оценка уязвимостей — важный этап, позволяющий выявить слабые места в системе. Это может включать в себя недостаточную защиту программного обеспечения, отсутствие систем мониторинга и контроля и физическую ненадежность объектов. Определение уязвимостей позволит лучше понять, какие направления требуют улучшения.

Поскольку главная цель системы безопасности — минимизация рисков, необходимо создать модель, отражающую вероятности возникновения различных угроз. Эта модель может быть использована для дальнейшего совершенствования целевой функции.

Первоначальный шаг включает в себя идентификацию рисков, включая оценку вероятностей возникновения различных событий и их воздействие на систему. Для каждой потенциальной угрозы необходимо определить:

- Вероятность её возникновения.
- Потенциальный ущерб или последствия.

Эта информация поможет в дальнейшем анализе и будет основой для построения целевой функции.

На основании данных о вероятностях и последствиях оценка рисков может быть представлена в виде матрицы, что позволит быстро визуализировать ситуацию и выделить приоритетные угрозы для решения.

Управление рисками подразумевает принятие мер по снижению вероятности возникновения угроз и минимизации их последствий. Это может включать в себя установку дополнительного оборудования, внедрение новейших технологий, обучение сотрудников и другие действия.

Следующий шаг заключается в создании стратегий и рекомендаций на основе собранной информации. Это поможет сформулировать целевую функцию, ориентированную на реальную ситуацию и учитывающую специфику угроз.

Каждая стратегия должна отвечать на вопросы:

- Как снизить риски?
- Как повысить уровень защиты?
- Как обеспечить надежность системы?

Разработка стратегий может быть как краткосрочной, так и долгосрочной.

Кроме стратегий, важно также предложить конкретные рекомендации по внедрению. Это могут быть практические советы по выбору оборудования, программного обеспечения и методов обучения сотруд-

ников. Также необходимо предусмотреть регулярные проверки и обновления системы.

Как только целевая функция будет сформулирована, и система безопасности будет разработана, важно проводить её регулярную оценку и адаптацию. Это позволит своевременно вносить изменения и обновления на основе изменений в угрозах и технологиях.

Методы оценки могут включать в себя:

- Анализ инцидентов безопасности.
- Тестирование на проникновение.
- Проведение регулярных аудитов безопасности.

Каждый из этих методов позволяет выявить слабые места и оценить текущую эффективность системы.

Мир технологий и угроз постоянно меняется. Поэтому важно, чтобы система безопасности могла адаптироваться к новым условиям. Это может быть достигнуто путём внедрения гибких процессов управления, позволяющих быстро реагировать на новые угрозы [20].

«В современной литературе понятие риска, его сущность рассматриваются неконкретно. Основной упор сделан на коммерческие риски, имеющие более понятную структуру и финансовую оценку. И даже в этом случае, в «Методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов», утвержденных Минэкономки РФ, Минфином РФ и Госстроем РФ от 21 июня 1999 г. N BK 477 рискам посвящено несколько страниц из 109» [21].

В ряде работ [21-23] авторы подробно рассматривал построение матрицы рисков для абстрактного объекта, рассматривались конкретные решения по созданию систем предотвращения рисков и противодействия им. Чтобы связать матрицу рисков объекта и модель КСИБ, необходимо синтезировать целевую функцию. С одной стороны, в уравнение должны входить вероятности возникновения рисков и параметры ущерба от них, с другой — вероятности предотвращения рисков, стоимость создания и эксплуатации КСИБ.

Тогда определим:

$P(i)$ — вероятность реализации i -го риска;

$Df(i)$ — суммарные потери при реализации i -го риска;

$Pc(i)$ — вероятность противодействия i -му риску соответствующим элементом КСИБ (от probability of counteraction — вероятность противодействия);

$Cc(i)$ — стоимость создания i -го элемента КСБ (от construction cost — стоимость построения);

$Co(i)$ — стоимость эксплуатации i -го элемента КСБ в течении периода T (от cost of operation — стоимость эксплуатации).

Мы заинтересованы в минимизации $(P(i) Df(i))$ и $(Cc(i) + \sum_1^T Co(i))$ и максимизации $(Pc(i) Df(i))$ вне зависимости от формата финансовой оценки.

Тогда целевая функция для i -го риска будет выглядеть следующим образом:

$$F(i) = -((P(i) Df(i)) - (Cc(i) + \sum_1^T Co(i)) + (Pc(i) Df(i))) \geq 0, \quad (5.1)$$

т. к. нам нежелательно тратить больше, чем свести убытки к 0.

Схема построения целевой функции для всех значимых рисков объекта представлена на Рис. 2.

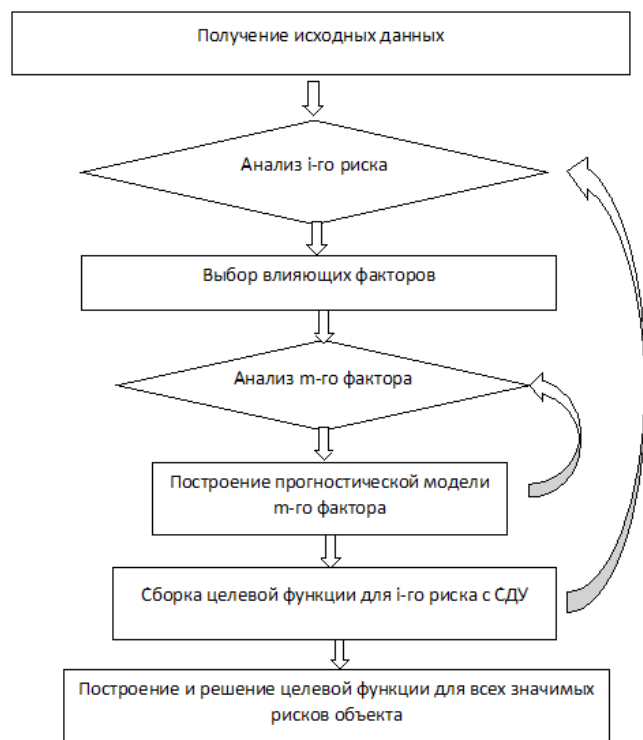


Рис. 2. Схема построения целевой функции для всех значимых рисков объекта

«Нахождение целевой функции приводит к многокритериальной оптимизационной задаче. Ее решение сильно усложняется наличием в модели не только конкретных математических параметров, но и их «весов», определяемых в большинстве случаев с изрядной долей субъективности, используя статистические методы, методы теории игр или модифицированные методы МАИ» [23].

Заключение

Построение целевой функции информационной системы методом декомпозиции является важным этапом в проектировании и разработке эффективной СИТС. Применение методов декомпозиции позволяет детально проанализировать каждую составную часть системы, что способствует ее оптимизации и повышению качества.

Литература

1. Лубенцов А.В. Системный анализ и синтез методов поддержки принятия решений при построении комплексной системы безопасности / Вестник Воронежского института ФСИН России №1/ 2023, сс. 91-97 К2.
2. Лубенцов А.В. Системный анализ модели получения характеристик эффективности комплексной системы безопасности/ Моделирование, оптимизация и информационные технологии, 2023;11 (1) сс. 1-8, УДК 007.51, 303.732, DOI: 10.26102/2310-6018/2023.40.1.030 <https://moitvvt.ru>, K1.
3. Лубенцов А.В. Синтез метода оценки эффективности системы информационной безопасности / Известия высших учебных заведений. Электроника. 2024. Т. 29, № 1. С. 118-129. DOI 10.24151/1561-5405-2024-29-1-118-129. EDN UJNZBJ. K1 Ядро РИНЦ.

Метод декомпозиции предлагает множество преимуществ, таких как повышение управляемости, упрощение тестирования, гибкость в развитии и упрощение взаимодействия между командами. Таким образом, использование данного подхода в проектировании информационной системы может привести к значительным улучшениям в её функциональности и взаимодействии с пользователями.

Четкое понимание целевой функции и применение декомпозиции — это залог успешного создания и функционирования любой информационной системы, что в свою очередь обеспечивает максимальную эффективность и удовлетворенность потребителей. Процесс декомпозиции сложных технических систем играет ключевую роль в современном инженерном деле, позволяя структурировать и анализировать объекты высокой сложности. Проведенные исследования подтверждают, что системный подход и четкое определение целей, критериев и этапов разбиения способствуют повышению эффективности проектирования, эксплуатации и обслуживания систем.

Выбор методов и критериев декомпозиции влияет на качество полученных компонентов, их управляемость и надежность системы в целом. Правильная постановка задач и их приоритизация позволяют сосредоточить ресурсы на наиболее важных элементах, что способствует снижению затрат и повышению устойчивости системы. Важным аспектом является также использование автоматизированных инструментов и экспертных оценок, что повышает точность и скорость анализа.

В работе построена математическая модель целевой функции потребителя с учетом всех факторов, влияющих на безопасность СИТС. Предложена численная модель прогноза динамики риска на основе стохастических дифференциальных уравнений. Доказана обоснованность их применения. Предложен метод построения целевой функции для всех значимых рисков объекта. Рассматриваемые вопросы были рассмотрены в работах [17-28].

Таким образом, предложен структурно-математический метод синтеза целевой функции сложной информационной технической системы на примере системного анализа рисков в КСИБ.

4. Лубенцов А.В. Синтез иерархической многоуровневой модели параметров для оценки эффективности системы защиты информации в условиях нечетких данных / «Известия высших учебных заведений. Электроника», МИЭТ, г. Москва, 2024. Т. 29. № 2. С. 236-248. К1. Ядро РИНЦ.
5. Алгоритмы оценки эффективности функционирования информационной системы и ее элементов на основе принципа декомпозиции / И.А. Глазкова, М.А. Ивановский, С.С. Куприянова, Б.Х.М. Эль Эссави // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2024. Т. 30, № 1. С. 76-84. DOI 10.17277/vestnik.2024.01.pp.076-084. EDN THERVW.
6. Краснов А.Е., Сапогов А.А. Многокритериальный анализ показателей эксплуатации сложных информационных систем путем агрегирования данных / Информационные системы и технологии. 2024. № 4(144). С. 34-46. EDN NGYHXT.
7. Кучмин В.К. Применение методов системного анализа для выявления уязвимостей в системах информационной безопасности образовательных организаций / Индустриальная Россия: вчера, сегодня, завтра: Сборник научных статей по материалам XVI Международной научно-практической конференции, Уфа, 06 декабря 2024 года. Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр «Вестник науки», 2024. С. 57-65. EDN QLSHJM.
8. Балунов А.И. Условия оптимальной декомпозиции систем ректификации / Математические методы в технологиях и технике. 2024. № 11. С. 13-18. EDN PHTHPM.
9. Методика полной декомпозиции структуры технической системы / Редакционный совет. Екатеринбург: Национальная ассоциация ученых (НАУ), 2019. 2 часть. ISSN 2413-5291. DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2019.2.45. URL: https://pure.spbu.ru/ws/files/47741039/_45.pdf#page=28 (дата обращения: 13.07.2025).
10. Мистров Л.Е. Метод декомпозиции в задаче синтеза организационно-технических систем информационной безопасности / Научно-практический журнал. Воронеж: Научная книга, 2010. 45-52 с. ISSN 1995-5731. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-dekompozitsii-v-zadache-sinteza-organizatsionno-tehnicheskikh-sistem-informatsionnoy-bezopasnosti.pdf> (дата обращения: 13.07.2025).
11. Лубенцов А.В., Никулин С.С. Декомпозиция иерархий в сложных технических системах при конструировании защиты информации / Вестник Воронежского института ФЦИН России №3 / 2025, сс. К3
12. Методы анализа влияния изменений программного обеспечения на целевые функции и функции безопасности / А.А. Легкодумов, Б.Н. Козеев, В.В. Беликов, А.В. Корольков // Russian Technological Journal. 2024. Т. 12, № 2. С. 7-15. DOI 10.32362/2500-316X-2024-12-2-7-15. EDN GBYWDW.
13. Шашкин А.И., Леденев М.Ю. О модификациях классической постановки задачи оптимизации со многими целевыми функциями / Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики : сборник трудов Международной научной конференции, Воронеж, 4—6 декабря 2023 года. Воронеж: Общество с ограниченной ответственностью «Вэлборн», Издательство «Научно-исследовательские публикации», 2024. С. 1630-1635. EDN DNNEQS.
14. Дубровин А.С. Квантовый полумарковский системный анализ и обработка информации в стохастической модели с интерферирующими нецелевыми состояниями / Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2024. № 2. С. 25-38. DOI 10.17308/sait/1995-5499/2024/2/25-38. EDN BAQOYN.
15. Конопацкий Д.А., Лобатый А.А. Оптимизация информационных потоков на основе сетевых моделей систем / Наука и техника. 2025. Т. 24, № 1. С. 5-11. DOI 10.21122/2227-1031-2025-24-1-5-11. EDN IEPVQJ.
16. Гусеница Я.Н., Донченко А.А., Ляскин А.С. Концепция поддержки принятия решений задач сопровождения жизненного цикла сложных технических систем / Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. 2024. Т. 16, № 1. С. 31-38. DOI 10.36724/2409-5419-2024-16-1-31-38. EDN COWKSB.
17. Лубенцов А.В., Гавриленко А.И. Методы повышения эффективности информационной безопасности / ВИ ФЦИН РФ Труды международной конференции «Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы» 2024. Т. 1.
18. Лубенцов А.В. Модели синтеза целевой функции сложной технической системы / Радиолокация, навигация, связь: Сборник трудов XXXI Международной научно-технической конференции. В 6-ти томах, Воронеж, 15—17 апреля 2025 года. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2025. С. 224-229. EDN OQEXJZ.
19. Лубенцов А.В. Анализ целевой функции сложной технической системы безопасности/ ВИ ФЦИН РФ Труды международной конференции «Техника и безопасность объектов уголовно-исполнительной системы» 2025. Т. 1.
20. Лубенцов А.В. Системный анализ модели описания радиотехнических сигналов сплайнами в закрытых информационных сетях комплексных систем безопасности / Правовая информатика. 2024. № 2. С. 72-81. DOI 10.21681/1994-1404-2024-2-72-81. EDN CSXJXN. К1.
21. Лубенцов А.В. Разработка и системный анализ метода оценки эффективности информационной безопасности сложной системы / Правовая информатика. 2025. № 1. С.130-140. К1.
22. Лубенцов А.В., Кобзистый С.Ю. Синтез модели структуризации информационного потока в сетях передачи данных в сложных технических системах в условиях ЧС / Динамика сложных систем — XXI век №5, 2025г. С. К1.

23. Лубенцов А.В. Использование каскадного метода анализа иерархий для оценки эффективности комплексной системы безопасности / Вестник Воронежского института ФСИН России №4 / 2022, сс. 113-118. К2
24. Лубенцов А.В., Пузанкова А.И. Анализ основных моделей противодействия информационным атакам типа dos и ddos / В сборнике: Радиолокация, навигация, связь. Сборник трудов XXX Международной научно-технической конференции. В 5-ти т. Воронеж, 2024. С. 112-120
25. Лубенцов А.В., Власова А.И. Интеллектуальные модели управления системами связи / В сборнике: Радиолокация, навигация, связь. Сборник трудов XXX Международной научно-технической конференции. В 5-ти томах. Воронеж, 2024. С. 168-174.
26. Лубенцов А.В., Власова А.И. Анализ методов защиты данных в интеллектуальных системах. / IV научно-педагогические чтения молодых ученых имени профессора С.В. Познышева: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции курсантов и студентов / ФКОУ ВО Воронежский институт ФСИН России. Воронеж 2024
27. Лубенцов А.В., Миронова А.А. Безопасность систем баз данных в учреждениях пенитенциарной системы, / IV научно-педагогические чтения молодых ученых имени профессора С.В. Познышева: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции курсантов и студентов / ФКОУ ВО Воронежский институт ФСИН России. Воронеж 2024
28. Лубенцов А.В., Симонова А.А., Папилова В.Г. Роль предотвращения потери данных в обеспечении кибербезопасности / IV научно-педагогические чтения молодых ученых имени профессора С.В. Познышева: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции курсантов и студентов / ФКОУ ВО Воронежский институт ФСИН России. Воронеж 2024.

SECTION:

INFORMATION PROTECTION METHODS AND SYSTEMS

SYNTHESIS OF THE OBJECTIVE FUNCTION OF A COMPLEX INFORMATION TECHNOLOGY SYSTEM BY DECOMPOSITION METHOD IN ORDER TO INCREASE INFORMATION SECURITY

Lubentsov A.V.³, Durdenko V.A.⁴

Keywords: objective function, decomposition, information security, complex information technology systems.

Abstract

Problem statement. When modeling a complex information technology system, the issues of synthesizing the objective function are of primary importance. To solve this problem, it is necessary to carry out a qualitative decomposition of the system and an analysis of the constituent elements.

Goal. The article is devoted to a systematic analysis of the decomposition methodology of a complex information technology system and the synthesis of its objective function in order to improve information security.

The research method. A systematic analysis of the decomposition methodology of a complex information technical system is carried out. The decomposition method is used to synthesize the objective function of a complex information technology system.

Results. The expediency of using the decomposition technique of a complex information technical system in its modeling is shown. An analysis of the use of various decomposition models is given. The application of decomposition for the synthesis of the objective function of a complex information technology system using the example of an integrated information security system is considered as a practical application option.

Practical significance. The considered decomposition models of a complex information technical system are proposed for use in the analysis and construction of complex systems. An example of synthesizing the objective function of a complex information technology system using the decomposition method can be used as a practical guide.

³ **Alexander V. Lubentsov**, Ph.D. (Geography), Associate Professor, Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Voronezh, Russian Federation. ORCID: 0000-0003-0239-4843, SPIN code: 6530-4715.

E-mail: lubentsov@mail.ru

⁴ **Vladimir A. Durdenko**, Dr.Sc. (Technology), Professor, Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Voronezh, Russian Federation.

E-mail: dva_viis@mail.ru

References

1. Lubencov A.V. Sistemnyj analiz i sintez metodov podderzhki prinjatija reshenij pri postroenii kompleksnoj sistemy bezopasnosti / Vestnik Voronezhskogo instituta FSIN Rossii №1/ 2023, ss. 91-97 K2.
2. Lubencov A.V. Sistemnyj analiz modeli poluchenija harakteristik jeffektivnosti kompleksnoj sistemy bezopasnosti/ Modelirovanie, optimizacija i informacionnye tehnologii, 2023;11 (1) ss. 1-8, UDK 007.51, 303.732, DOI: 10.26102/2310-6018/2023.40.1.030 <https://moitvivi.ru>, K1.
3. Lubencov A.V. Sintez metoda ocenki jeffektivnosti sistemy informacionnoj bezopasnosti / Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Jelektronika. 2024. T. 29, № 1. S. 118-129. DOI 10.24151/1561-5405-2024-29-1-118-129. EDN UJNZBJ. K1 Jadro RINC.
4. Lubencov A.V. Sintez ierarhicheskoj mnogourovnevoj modeli parametrov dlja ocenki jeffektivnosti sistemy zashhity informacii v uslovijah nechetkih dannyh / «Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Jelektronika», MIJeT, g. Moskva, 2024. T. 29. № 2. S. 236-248. K1. Jadro RINC.
5. Algoritmy ocenki jeffektivnosti funkcionirovanija informacionnoj sistemy i ee jelementov na osnove principa dekompozicii / I.A. Glazkova, M.A. Ivanovskij, S.S. Kuprijanova, B.H.M. Jel' Jeissavi // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta. 2024. T. 30, № 1. S. 76-84. DOI 10.17277/vestnik.2024.01.pp.076-084. EDN THERVW.
6. Krasnov A.E., Sapogov A.A. Mnogokriterial'nyj analiz pokazatelej jekspluatacii slozhnyh informacionnyh sistem putem agregirovanija dannyh / Informacionnye sistemy i tehnologii. 2024. № 4(144). S. 34-46. EDN NGYHXT.
7. Kuchmin V.K. Primenenie metodov sistemnogo analiza dlja vyjavlenija ujazvimostej v sistemah informacionnoj bezopasnosti obrazovatel'nyh organizacij / Industrial'naja Rossija: vchera, segodnja, zavtra: Sbornik nauchnyh statej po materialam XVI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Ufa, 06 dekabrja 2024 goda. Ufa: Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju "Nauchno-izdatel'skij centr "Vestnik nauki", 2024. S. 57-65. EDN QLSHJM.
8. Balunov A.I. Uslovia optimal'noj dekompozicii sistem rektifikacii / Matematicheskie metody v tehnologijah i tehnike. 2024. № 11. S. 13-18. EDN PHTHPM.
9. Metodika polnoj dekompozicii struktury tehnicheskoi sistemy / Redakcionnyj sovet. Ekaterinburg: Nacional'naja asociacija uchenyh (NAU), 2019. 2 chast'. ISSN 2413-5291. DOI: 10.31618/nas.2413-5291.2019.2.45. URL: https://pure.spbu.ru/ws/files/47741039/_45.pdf#page=28 (data obrashhenija: 13.07.2025).
10. Mistrov L.E. Metod dekompozicii v zadache sinteza organizacionno-tehnicheskikh sistem informacionnoj bezopasnosti / Nauchno-prakticheskij zhurnal. Voronezh: Nauchnaja kniga, 2010. 45-52 s. ISSN 1995-5731. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-dekompozitsii-v-zadache-sinteza-organizatsionno-tehnicheskikh-sistem-informat-sionnoj-bezopasnosti.pdf> (data obrashhenija: 13.07.2025).
11. Lubencov A.V., Nikulin S.S. Dekompozicija ierarhij v slozhnyh tehnicheskikh sistemah pri konstruirovanii zashhity informacii / Vestnik Voronezhskogo instituta FSIN Rossii №3 / 2025, ss. K3
12. Metody analiza vlijanija izmenenij programmnoho obespechenija na celevyje funkcii i funkcii bezopasnosti / A.A. Legkodumov, B.N. Kozeev, V.V. Belikov, A.V. Korol'kov // Russian Technological Journal. 2024. T. 12, № 2. S. 7-15. DOI 10.32362/2500-316X-2024-12-2-7-15. EDN GBYWDW.
13. Shashkin A.I., Ledenev M. Ju. O modifikacijah klassicheskoi postanovki zadachi optimizacii so mnogimi celevymi funkcijami / Aktual'nye problemy prikladnoj matematiki, informatiki i mehaniki : sbornik trudov Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, Voronezh, 4—6 dekabrja 2023 goda. Voronezh: Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju "Vjelborn", Izdatel'stvo «Nauchno-issledovatel'skie publikacii», 2024. S. 1630-1635. EDN DNNEQS.
14. Dubrovin A.S. Kvantovyy polumarkovskij sistemnyj analiz i obrabotka informacii v stohasticheskoi modeli s interferirujushchimi necelevymi sostojanijami / Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Sistemnyj analiz i informacionnye tehnologii. 2024. № 2. S. 25-38. DOI 10.17308/sait/1995-5499/2024/2/25-38. EDN BAQOYN.
15. Konopackij D.A., Lobatyj A.A. Optimizacija informacionnyh potokov na osnove setevykh modelej sistem / Nauka i tehnika. 2025. T. 24, № 1. S. 5-11. DOI 10.21122/2227-1031-2025-24-1-5-11. EDN IEPVQJ.
16. Gusenica Ja.N., Donchenko A.A., Ljaskin A.S. Koncepcija podderzhki prinjatija reshenij zadach soprovozhdenija zhiznennogo cikla slozhnyh tehnicheskikh sistem / Naukoemkie tehnologii v kosmicheskikh issledovanijah Zemli. 2024. T. 16, № 1. S. 31-38. DOI 10.36724/2409-5419-2024-16-1-31-38. EDN COWKSB.
17. Lubencov A.V., Gavrilenko A.I. Metody povyshenija jeffektivnosti informacionnoj bezopasnosti. / VI FSIN RF Trudy mezhdunarodnoj konferencii «Tehnika i bezopasnost' ob#ektov ugovorno-ispolnitel'noj sistemy» 2024. T. 1.
18. Lubencov A.V. Modeli sinteza celevoj funkcii slozhnoj tehnicheskoi sistemy / Radiolokacija, navigacija, svjaz': Sbornik trudov XXXI Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoi konferencii. V 6-ti tomah, Voronezh, 15—17 aprelja 2025 goda. Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj universitet, 2025. S. 224-229. EDN OQEXJZ.
19. Lubencov A.V. Analiz celevoj funkcii slozhnoj tehnicheskoi sistemy bezopasnosti/ VI FSIN RF Trudy mezhdunarodnoj konferencii «Tehnika i bezopasnost' ob#ektov ugovorno-ispolnitel'noj sistemy» 2025. T. 1.
20. Lubencov A.V. Sistemnyj analiz modeli opisaniya radiotehnicheskikh signalov splajnami v zakrytyh informacionnyh setjah kompleksnyh sistem bezopasnosti / Pravovaja informatika. 2024. № 2. S. 72-81. DOI 10.21681/1994-1404-2024-2-72-81. EDN CSXJXN. K1.
21. Lubencov A.V. Razrabotka i sistemnyj analiz metoda ocenki jeffektivnosti informacionnoj bezopasnosti slozhnoj sistemy / Pravovaja informatika. 2025. № 1. S.130-140. K1.

22. Lubencov A.V., Kobzistyy S.Ju. Sintez modeli strukturizacii informacionnogo potoka v setjah peredachi dannyh v slozhnyh tehnikeskikh sistemah v uslovijah ChS / *Dinamika slozhnyh sistem* — XXI vek №5, 2025g. S. K1.
23. Lubencov A.V. Ispol'zovanie kaskadnogo metoda analiza ierarhij dlja ocenki jeffektivnosti kompleksnoj sistemy bezopasnosti / *Vestnik Voronezhskogo instituta FSIN Rossii* №4 / 2022, ss. 113-118. K2
24. Lubencov A.V., Puzankova A.I. Analiz osnovnyh modelej protivodejstvija informacionnym atakam tipa dos i ddos / V sbornike: Radiolokacija, navigacija, svjaz'. Sbornik trudov XXX Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. V 5-ti t. Voronezh, 2024. S. 112-120
25. Lubencov A.V., Vlasova A.I. Intellektual'nye modeli upravlenija sistemami svjazi / V sbornike: Radiolokacija, navigacija, svjaz'. Sbornik trudov XXX Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. V 5-ti tomah. Voronezh, 2024. S. 168-174.
26. Lubencov A.V., Vlasova A.I. Analiz metodov zashhity dannyh v intellektual'nyh sistemah. / IV nauchno-pedagogicheskie chtenija molodyh uchenyh imeni professora S.V. Poznysheva: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii kursantov i studentov / FKOU VO Voronezhskij institut FSIN Rossii. Voronezh 2024
27. Lubencov A.V., Mironova A.A. Bezopasnost' sistem baz dannyh v uchrezhdenijah penitenciarnoj sistemy, / IV nauchno-pedagogicheskie chtenija molodyh uchenyh imeni professora S.V. Poznysheva: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii kursantov i studentov / FKOU VO Voronezhskij institut FSIN Rossii. Voronezh 2024.
28. Lubencov A.V., Simonova A.A., Papilova V.G. Rol' predotvrashhenija poteri dannyh v obespechenii kiberbezopasnosti / IV nauchno-pedagogicheskie chtenija molodyh uchenyh imeni professora S.V. Poznysheva: sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii kursantov i studentov / FKOU VO Voronezhskij institut FSIN Rossii. Voronezh 2024.