

Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение
высшего образования
Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации

На правах рукописи



ТРАХИНИН Егор Леонидович

**УПРАВЛЕНИЕ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ
НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА
МЕЖДУ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ СИТУАЦИОННЫМИ ЦЕНТРАМИ**

2.3.4. Управление в организационных системах

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:

доктор технических наук, доцент

Белов Андрей Сергеевич

Орёл – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ, РЕАЛИЗУЮЩИХ СТРУКТУРУ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ.....	14
1.1 Анализ процесса управления в организационных системах на примере информационного обмена между распределенными ситуационными центрами.....	14
1.1.1 Анализ истории развития и состояния распределенных ситуационных центров на современном этапе.....	14
1.1.2 Основные функции цикла управления, требующие эффективного управления в организационных системах, реализующих структуру распределенных ситуационных центров.....	28
1.2 Модели, алгоритмы и механизмы оценивания эффективности управления в организационных системах.....	40
1.3 Постановка задачи исследования.....	45
1.4 Выводы по первой главе.....	49
2. МОДЕЛИ ОЦЕНОК ЭФФЕКТИВНОСТИ И РАЦИОНАЛЬНОГО УПРАВ- ЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМ ОБМЕНОМ МЕЖДУ РАСПРЕДЕЛЕННЫ- МИ СИТУАЦИОННЫМИ ЦЕНТРАМИ.....	51
2.1 Постановка задачи на разработку моделей.....	51
2.2 Моделирование комплексных показателей эффективности управления информационным обменом между распределенными ситуационными центрами и критериев их важности.....	54
2.3 Модель оценки эффективности информационного обмена между распределенными ситуационными центрами.....	58
2.4 Модель оценки эффективности комплексного использования информационных ресурсов.....	65
2.5 Модель рационального управления информационным обменом между распределенными ситуационными центрами.....	75

2.6 Выводы по второй главе.....	89
3. АЛГОРИТМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ.....	91
3.1 Постановка задачи на разработку алгоритмов.....	91
3.2 Алгоритм оценки и выбора распределенных ситуационных центров с использованием доминантного закона распределения случайных величин	93
3.3 Алгоритм прогнозирования периодичности контроля состояния распределенных ситуационных центров.....	101
3.4 Выводы по третьей главе.....	110
4 ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ, РЕАЛИЗУЮЩИХ СТРУКТУРУ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ.....	112
4.1 Структурна схема и основные задачи комплекса поддержки принятия решений при управлении в организационных системах, реализующих структуру распределенных ситуационных центров.....	112
4.2 Апробация комплекса применительно к оценке эффективности управ- ления в организационных системах на основе моделирования информаци- онного обмена между распределенными ситуационными центрами.....	117
4.2.1 Оценка уровня профессиональной пригодности должностных лиц распределенных ситуационных центров.....	118
4.2.2 Экспериментальное исследование эффективности управления в орга- низационных системах с использованием принципа «слабого звена».....	124
4.3 Выводы по четвертой главе.....	128
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	130
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	132
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	133
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.....	147
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Акты о внедрении и реализации.....	151

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях весьма актуальным становится повышение эффективности управления федеральными и региональными органами государственной власти, корпорациями и предприятиями. Это обусловлено усложнением современных управленческих задач, их многоаспектностью и многокритериальностью, возросшим потоком управляющих воздействий, исходящих из федеральных, региональных и местных органов власти.

В сфере управления повысились объем информационного обмена и его динамика. Обострилась необходимость оперативного и адекватного реагирования на складывающиеся экономические, социально-политические ситуации в стране и за рубежом. Наблюдается устойчивая тенденция усложнения существующих и появления новых организационных систем для информационно-аналитического обеспечения органами государственной власти. Это обусловлено быстрым возрастанием сложности технологии производства, сложности конструкций, возрастанием информационных потоков, созданием автоматизированных систем управления глобального характера в области государственного управления.

Для обеспечения информационно-аналитической поддержки реализации государственной политики в сфере социально-экономического и общественного политического развития страны и обеспечения национальной безопасности, в том числе при возникновении чрезвычайных (кризисных) ситуаций, в настоящее время формируются организационные системы, реализующие структуру распределенных ситуационных центров (РСЦ) [35, 66, 67, 104].

Под информационным обменом понимается обмен сообщениями, данными, информацией, представленными в форме для сбора, передачи, хранения, актуализации, обработки, интерпретации в соответствии с конкретными запросами. Управление информационным обменом между РСЦ заключается в циклическом процессе поиска, сбора, обработки и анализа информации о текущей ситуации в сфере информационно-аналитического обеспечения, прогнозирования ее изменения, формирования управленческих решений, доведения их до исполнителей

и контроля достигаемых результатов. При этом степень корректности управления информационным обменом между РСЦ зависит от адаптированного научно-методического аппарата в области оценки и повышения эффективности управления в организационных системах, учитывающего современные условия их функционирования [41-43].

Динамичность федеральных и региональных органов государственной власти и необходимость их информационно-аналитического обеспечения на территориях субъектов страны приводят к увеличению информационной нагрузки на РСЦ. При увеличении информационной нагрузки на РСЦ нарушается цикличность управления информационного обмена, а именно управление процессами комплексного использования информационных ресурсов между РСЦ и рационального определения важной информации от ее обработки в РСЦ. Кроме того, не учитываются прогноз состояния РСЦ и влияние человеческого фактора на качество обработки и анализа информации о текущей ситуации для информационно-аналитического обеспечения органов государственной власти.

Таким образом, актуальность темы диссертационного исследования продиктована необходимостью разработки средств обеспечения информационно-аналитической поддержки процессов реализации государственной политики в сфере социально-экономического и общественного политического развития страны и обеспечения национальной безопасности в условиях низкой эффективности информационного обмена, комплексного использования информационных ресурсов и нерационального управления информационным обменом между РСЦ, а также отсутствия возможности прогнозирования состояния РСЦ и человеческого фактора.

С точки зрения практических аспектов актуальности исследования автором сформулировано противоречие в практике – между необходимостью повышения эффективности управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ и возможностью ее повышения в изменившихся условиях функционирования РСЦ при высоких требованиях к информационному обмену между ними. Настоятельная необходимость разрешения данного противоречия определила

объект, а затем и цель проводимых в диссертационной работе исследований. В качестве объекта исследования в работе принято управление в организационных системах, реализующих структуру РСЦ. Цель исследования заключается в повышении эффективности управления в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ. Достижение цели требует дополнительных исследований и опирается на существующий теоретический аппарат в предметной области.

Вопросами управления в организационных системах, оценкой эффективности и надежности функционирования сложных организационных систем в разные годы занимались такие известные ученые как [11, 20-15, 22, 28, 29, 31, 37, 41-43, 45, 47, 54, 57, 61-64, 73, 83, 85, 109, 111-114] В. М. Глушков, Стаффорд Бир, А. И. Китов, В. Н. Бурков, Д. А. Новиков, А. В. Щепкин, В. Л. Бурковский, Н. И. Ильин, Г. Г. Малинецкий, А. А. Зацаринный, Б. В. Соколов, В. Е. Лепский, А. П. Шабанов, К. К. Колин, З. К. Авдеев, Б. Б. Славин, А. Н. Райков, С. В. Козлов.. Исследованием моделей описания и оценок эффективности решения задач управления и принятия решений занимались такие известные ученые как [49, 55, 59, 60, 65, 102, 106, 115] Н. А. Коргин, С. П. Никаноров, Р. Ш. Хабибулин, С. Оптнер, С. Янг, А. И. Уемов, У. Матурана, Ф. Варела, Н. Луман, С. М. Крылов. Содержание исследований в предметной области показал, что указанные вопросы решались по-разному. Ряд работ являются основополагающими, однако основные усилия большинства ученых были в основном направлены на решение отдельных прикладных задач, зачастую не связанных с особенностями управления в организационных системах в современных условиях. Другая группа исследователей сформировала нормативную методологию, опирающуюся на инварианты сетевой информационно-аналитической деятельности в аналитическом пространстве с целью выделения уровней информационного обмена между РСЦ.

С учетом сформулированной цели исследования и выбранных путей ее достижения в качестве предмета исследования настоящего диссертационного исследования являются модели оценок эффективности и рационального управления информационным обменом между РСЦ и алгоритмы прогнозирования

состояния РСЦ для повышения эффективности управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ.

Понимание цели, объекта и предмета исследования являются достаточным основанием для определения гипотезы: повышение эффективности управления в организационных системах возможно за счет нового научно-методического аппарата (моделей оценок эффективности, рационального управления информационным обменом и алгоритмов прогнозирования периодичности контроля состояния РСЦ).

Анализ предшествующих работ, результатов исследований отечественных и зарубежных ученых, опыт их научной деятельности по достижению поставленной практикой цели в значительной степени способствовал вскрытию основного противоречия в теории, связанного с решаемой задачей. Как удалось установить, в настоящее время в исследуемой предметной области сформировалось следующее противоречие в теории: между необходимостью повышения эффективности управления процессами в организационных системах и отсутствием необходимого для такого повышения научно-методического аппарата (моделей и алгоритмов).

Вскрытые противоречия определили с научных позиций научную задачу. Сущность научной задачи заключается в разработке моделей оценок эффективности, рационального управления информационным обменом и алгоритмов прогнозирования периодичности контроля состояния РСЦ для повышения эффективности управления в организационных системах.

Для достижения цели исследования предлагается решение научной задачи представить в виде совокупности решений более простых частных задач. Такая декомпозиция достаточно широко используется в практике научных исследований, позволяя, применительно к конкретному диссертационному исследованию, существенно упростить процедуру решения исходной трудноразрешимой задачи без потери физического смысла и точности получаемого результата, а также более полно учесть особенности исследуемой предметной области, обусловленные про-

тиворечиями между состоянием теории и требованиями практики в предметной области.

К числу задач исследования целесообразно отнести следующие:

- провести анализ особенностей управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ, по результатам которого выявить специфические особенности, определить и обосновать выбор комплекса средств (моделей и алгоритмов) для реализации отдельных функций цикла управления;

- с учетом выявленных особенностей и использованием мультипликативных свойств характеристических функций, теоремы единственности, формулы обращения, метода Фишберна, уравнения Колмогорова, закона Пуассона и теоремы Реньи о разложении разработать модели оценок эффективности и рационального управления информационным обменом;

- с использованием результатов моделирования разработать алгоритмы прогнозирования состояния РСЦ (алгоритм оценки и выбора РСЦ и алгоритм прогнозирования периодичности контроля состояния РСЦ);

- разработать программный комплекс, провести его апробацию в условиях реального РСЦ для подтверждения практической применимости разработанных моделей и алгоритмов;

- оценить эффективность управления в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ с использованием принципа «слабого звена».

Методы исследования. Выполненные исследования базируются на положениях теории управления в организационных системах, теории надежности, теории вероятностей и математической статистики, а также методах оптимизации, эконометрики, методах структурного моделирования и программирования, экспертного оценивания.

Соответствие диссертации паспорту специальности.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.3.4 Управление в организационных системах:

– п.2. Разработка математических моделей и критериев эффективности, качества и надежности организационных систем;

– п.3. Разработка методов и алгоритмов решения задач управления в организационных системах;

Научная новизна. В работе получены следующие результаты, отличающиеся научной новизной:

– модель оценки эффективности информационного обмена между РСЦ, *отличающаяся* реализацией мультипликативных свойств характеристических функций и теоремы единственности, *обеспечивающая* интеграцию объективных и субъективных факторов, не зависящих от человека, и процессов противодействия этим факторам при информационном обмене между РСЦ;

– модель оценки эффективности комплексного использования информационных ресурсов, *отличающаяся* подходами, предложенными Фишберном для априорного получения оценок вероятностей событий, *обеспечивающая* динамичное равновесие информационных ресурсов в интересах РСЦ при критическом увеличении на них информационной нагрузки;

– модель рационального управления информационным обменом между РСЦ, *отличающаяся* реализацией нахождения безусловного экстремума функции одной переменной с использованием уравнения Колмогорова и теоремы Реньи о разложении, *обеспечивающая* необходимый объем пропускной способности важной информации при критическом увеличении информационной нагрузки на РСЦ;

– алгоритм оценки и выбора РСЦ с использованием доминантного закона распределения случайных величин, *отличающийся* уникальным подходом реализации известных распределений экстремальных (максимальных и минимальных) случайных величин, *обеспечивающий* достижение рациональных зависимостей возрастающей информационной нагрузки на определенный РСЦ и возможности РСЦ функционировать в этих условиях;

– алгоритм прогнозирования периодичности контроля состояния РСЦ, *отличающийся* подходом исследования процессов изменения состояния РСЦ при

допустимой границе невозможности реализации функций управления, *обеспечивающий* прогноз времени перехода РСЦ в состояние, не способное реализовать основные функции управления, получение значений времени восстановления функций управления с учетом прогноза и эффекта временного ресурса, получаемого при проведении указанных мероприятий;

– структура программного комплекса поддержки принятия решений, реализующего разработанные модели и алгоритмы, *отличающаяся* реализацией механизмов встраивания в действующие объектно - ориентированные программные системы.

Теоретическая значимость заключается в развитии теории управления на основе разработанного научно-методического аппарата (моделей и алгоритмов) оценки и повышения эффективности управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в том, что разработанные модели и алгоритмы, а также программный комплекс могут быть использованы при определении рационального значения критерия принятия решения в условиях, когда время формирования и доведения необходимой информации от одного РСЦ до другого меньше цикла управления; при снятии априорной неопределенности степени опасности реально складывающихся ситуаций и принятии соответствующих решений, минимизации рисков при информационно-аналитическом обеспечении организационных систем, реализующих структуру РСЦ за счет возможности выбора РСЦ при увеличении информационной нагрузки и определении рационального количества межповерочных интервалов при мониторинге их состояния.

Обоснованность полученных в исследовании результатов обеспечивается: последовательной реализацией принципов системного подхода; обоснованным выбором основных допущений и ограничений, принятых в качестве исходных при формулировании постановок научной задачи и частных научных задач; использованием исходных данных, полученных из практики, корректным применением научно-методического и методического аппаратов и апробацией полученных результатов.

Достоверность полученных в исследовании результатов подтверждается сходимостью полученных результатов с данными, полученными при проведении практических экспериментов, а также положительными результатами практической реализации и внедрения разработанных положений.

Структура диссертации сформирована в соответствии с поставленной целью и частными задачами исследования. Работа состоит из введения, четырех разделов, заключения и приложений [34].

Во введении обосновывается актуальность диссертационной работы, определены цель и задачи, сформулирована научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, обозначены объект и предмет исследования приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первом разделе рассмотрены вопросы развития касающиеся теории управления в организационных системах, изучаемых отечественными и зарубежными учеными, проведен анализ проблем, связанных с повышением эффективности управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ, а также существующих моделей, алгоритмов и механизмов оценивания эффективности, сформулирована постановка задачи исследования в соответствии с общей теорией управления в организационных системах.

Во втором разделе представлен разработанный комплекс моделей оценок эффективности и рационального управления информационным обменом между РСЦ, структура взаимосвязи моделей с функциями управления и их влияние на оперативность управления.

В третьем разделе приведены разработанные алгоритмы, которые позволяют реализовать функции управления (прогнозирование и выбор РСЦ, контроль состояния и возможностей РСЦ) и обеспечить оперативность управления в условиях факторов, не зависящих от человека.

В четвертом разделе приведен разработанный программный комплекс поддержки принятия решений при управлении в организационных системах, реализующих структуру распределенных РСЦ. Приведены результаты экспериментальных исследований эффективности разработанных решений.

В заключении приведены обобщенные выводы работы, представлены оценочная часть достижения цели исследования и сведения о внедрении и реализации результатов исследований.

В приложениях представлены акты внедрения и реализации результатов диссертационного исследования, свидетельства о государственной регистрации программ.

Результаты исследований позволили определить положения, выносимые на защиту:

1. Модель оценки эффективности информационного обмена между РСЦ обеспечивает интеграцию процессов информационного обмена в условиях объективных и субъективных факторов, не зависящих от человека, и процессов противодействия этим факторам.

2. Модель оценки эффективности комплексного использования информационных ресурсов обеспечивает динамичное равновесие информационных ресурсов в интересах РСЦ при критическом увеличении на них информационной нагрузки.

3. Модель рационального управления информационным обменом между РСЦ обеспечивает необходимый объем пропускной способности важной информации при критическом увеличении информационной нагрузки на РСЦ.

4. Алгоритм оценки и выбора РСЦ с использованием доминантного закона распределения случайных величин обеспечивает рациональные зависимости возрастающей информационной нагрузки на определенный РСЦ и возможности РСЦ функционировать в этих условиях.

5. Алгоритм прогнозирования периодичности контроля состояния РСЦ обеспечивает времени перехода РСЦ в состояние, не способное реализовать основные функции управления, получение значений времени восстановления функций управления с учетом прогноза и эффекта временного ресурса, получаемого при проведении указанных мероприятий.

Личный вклад соискателя состоит в решении научной задачи, непосредственном участии на всех этапах диссертационных исследований, в том числе в получении исходных данных и выходных результатов, обработке и интерпрета-

ции экспериментальных данных, апробации результатов исследований на научных конференциях, реализации и внедрении результатов исследований, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 17 научных работ (5 без соавторов), в том числе: в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ, – 9, включенных в базу цитирования *Scopus* – 1; патенты РФ на изобретения – 2; свидетельства о регистрации программ на ЭВМ – 4; монографии – 1. В работах, опубликованных в соавторстве, лично соискателем предложены модель сложной организационной системы, критерии эффективности комплексного использования информационных ресурсов между РСЦ, алгоритм обоснования периодичности контроля состояния РСЦ, критерии учета человеческого фактора.

Апробация работы. Основные результаты исследования апробированы на различных Всероссийских межведомственных и научно-технических конференциях (НТК), а именно: XI Всероссийской межведомственной научной конференции «Актуальные направления развития систем охраны, специальной связи и информации для нужд органов государственной власти Российской Федерации», Орёл, 2019 г., XXXVIII Всероссийской научно-технической конференции «Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем», Серпухов, 2019 г.; конференции «Информатика и вычислительная техника», Анапа, 2019 г.; межвузовской научно-практической конференции «Применение современных информационных технологий в служебно-боевой деятельности», Пермь, 2022 г.

1. ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ, РЕАЛИЗУЮЩИХ СТРУКТУРУ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ

1.1 Анализ процесса управления в организационных системах на примере информационного обмена между распределенными ситуационными центрами

1.1.1 Анализ истории развития и состояния распределенных ситуационных центров на современном этапе

Первый опыт создания прототипов РСЦ принадлежит британскому кибернетiku Стаффорду Биру, разработавшему и создавшему проект «Cybersyn», ставший прообразом всех РСЦ в мире [20-22].

Однако еще в 1962 г. академиком Виктором Михайловичем Глушковым был инициирован проект общегосударственной автоматизированной системы учета и обработки информации, предназначенной для автоматизированного управления экономикой СССР, основанной на принципах кибернетики, включающей в себя компьютерную сеть, связывающую центры сбора данных, расположенные во всех регионах страны. Кроме того, в своей книге «Мозг фирмы» [21] Стаффорд Бир ссылается на фундаментальную работу советского академика Глушкова В. М. «Введение в кибернетику» [31], что говорит о формировании в отечественной науке теоретических основ создания РСЦ еще в 60-х годах

В ходе научного прогресса, развития технологий, появления общедоступных сетей передачи данных, технологий представления информации развитие РСЦ нарастало как у нас в стране, так и за рубежом.

В начале 1956 г. инженер-полковник Анатолий Иванович Китов впервые упомянул о возможности автоматизации управления на основе применения ЭВМ в написанной им книге «Электронные цифровые машины» – первой отечественной книге по ЭВМ и программированию, получившей впоследствии заслуженное признание [45].

Именно А. И. Китов в 1958 г. поставил вопрос о создании системы управления экономикой СССР на основе Единой государственной сети ЭВМ в общесоюзном масштабе. Предполагалось создать Единую государственную сеть вычислительных центров (ЕГСВЦ) военного подчинения. В мирное время эти центры должны были решать народно-хозяйственные и научно-технические задачи как для центральных органов, так и для региональных предприятий и учреждений. Военные задачи должны были решаться в случае возникновения особых периодов. Обслуживаться эти мощные вычислительные центры должны были военным персоналом, и доступ к ним должен быть дистанционный (телеобработка). Эти предложения были объединены в проекте «Красная книга», предполагающем создание Общесоюзной сети вычислительных центров двойного назначения (военного и гражданского) для управления экономикой страны в мирное время и Вооруженными силами в военное. Фактически в проекте предопределялось то, что впоследствии получило мировое развитие и сейчас называется *Grid*-технологиями – объединением больших вычислительных ресурсов для решения задач глобального масштаба. Однако «Красная книга» Китова А. И. не нашла понимания и поддержки у руководства страны, и проект не был реализован. Позже директор Института кибернетики Академии наук УССР академик В. М. Глушков переосмыслил проект А. И. Китова и сумел заручиться поддержкой руководства, убедив в целесообразности автоматизации управления советской экономикой. В стране началась масштабная кампания по созданию автоматизированных систем управления (АСУ) в государственных ведомствах.

Развитие РСЦ определяется двумя основными этапами: до и после перехода от территориальных методов управления экономикой СССР к отраслевым. К середине 1964 г. Глушковым В.М. был разработан эскизный проект ЕГСВЦ. В 1965 г. в связи с переходом от территориальной структуры управления государством к отраслевой правительством сочло расточительным вкладывать средства в создание дополнительных опорных вычислительных центров. Основная часть функций по оперативному управлению процессами, управлению текущими материальными потоками между субъектами производственной деятельности была возложена на

территориальную систему Госснаба СССР. Ее основной задачей было установление производственно-хозяйственных связей между предприятиями, что позволяло формировать оптимальную структуру макротехнологического процесса производства в масштабах всего СССР и осуществлять оперативный контроль за его реализацией. С этого времени началось формирование объединений государственной автоматизированной системы (ОГАС) и ее функционирование на основе отраслевых методов управления экономикой.

Помимо территориальной системы Госснаба СССР продолжали развиваться и территориальные АСУ экономиками союзных республик во главе с их вычислительными центрами, созданными при республиканских Госпланах, а также территориальная сеть Центрального статистического управления (ЦСУ). Концепция управления, положенная в ее основу, и отдельные уже разработанные элементы были использованы для других автоматизированных систем общенационального уровня.

Одной из таких систем была первая отечественная автоматизированная система – комплекс «Контур», предназначенная для информационной поддержки высших органов управления страной [41-43, 68, 83, 85].

Первые шаги к созданию отечественной системы, направленной на повышение эффективности государственного управления, были сделаны еще в 1972 г. Совет Министров принял постановление, которым было предписано создать специализированную информационно-вычислительную систему для оперативного управления народным хозяйством страны в мирное время и при возникновении чрезвычайных ситуаций. В дальнейшем эта информационно-вычислительная система получила условное название – комплекс «Контур».

Система управления экономикой в СССР была построена на принципах централизации и планово-распределительного ведения хозяйства. Управление страной осуществлялось главным образом через отраслевые министерства и ведомства. Основой системы управления были пятилетние и годовые государственные планы, устанавливающие производственно-хозяйственные связи и задания для отраслей, предприятий и регионов. В целом, развитие отраслевых и регио-

нальных информационно-управляющих систем в стране ориентировалось на командно-административную экономику.

С помощью комплекса «Контур» необходимо было обеспечить оперативный сбор информации о работе отраслей народного хозяйства, ее обработку и представление Правительству и государственным органам, а также передачу соответствующих указаний руководства страны советам министров союзных республик, союзным министерствам и ведомствам. В состав комплекса «Контур» входил информационный центр управления делами Совета Министров СССР, получивший условное название – информационная служба «Маяк» [41-43, 68, 83, 85]. Вместе они образовывали единую автоматизированную систему для управления народным хозяйством страны. Кроме того, была создана автоматизированная информационная система государственной комиссии Совета Министров СССР по чрезвычайным ситуациям – Информ-ЧС [41-43, 68, 83, 85], которая вошла в состав национальной системы по чрезвычайным ситуациям Государственного комитета по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Сбор информации обеспечивал комплекс «Контур».

Комплекс «Контур» представлял собой территориально распределенную иерархическую информационно-вычислительную систему с управляющими функциями, которая на первом этапе охватывала более 100 абонентов, в т. ч. союзные министерства и ведомства, советы министров союзных республик и крупнейшие предприятия оборонного комплекса (рисунок 1.1). В дальнейшем предполагалось значительно расширить сеть абонентов, подключив к ней крайисполкомы и облисполкомы, советы министров автономных республик, крупные города.

Основными объектами комплекса «Контур» были два главных вычислительных центра, на которых осуществлялся централизованный сбор и накопление информации, ее обработка и выдача по регламенту или запросам на высшие (управляющие) звенья системы.



Рисунок 1.1 – Информационный обмен комплекса «Контур»

Результаты решения задач комплекса «Контур» предназначались непосредственно для руководства страны (пользователей). Права пользователей могли быть делегированы сотрудникам подразделений Управления Делами Совета Министров СССР. На объектах пользователей были созданы пункты приема результатов расчетов, оснащенные специальными абонентскими пунктами, где документы распечатывали на алфавитно-цифровых печатающих устройствах. Выходные документы по запросам пользователей формировались на главном вычислительном центре комплекса «Контур» и передавались на пункты приема результатов расчетов.

Для поиска информации было разработано лингвистическое обеспечение системы, главными компонентами которого были информационно-поисковый язык и тезаурус. В качестве информационно-поискового языка использовали естественный русский язык с некоторыми ограничениями, легко усваиваемыми пользователями. Тезаурус системы содержал ключевые слова из всех предметных

областей базы данных системы. Чтобы ускорить и облегчить процесс поиска информации, использовали стандартные запросы к базе данных. По мере поступления запросов пользователей каталог стандартных запросов пополнялся по критерию практической целесообразности.

Комплекс «Контур» предоставлял пользователям информацию:

- незамедлительно о произошедших чрезвычайных ситуациях и мерах по ликвидации их последствий;
- ежедневно о состоянии работы народно-хозяйственных комплексов;
- еженедельно оперативную оценку состояния материального производства народного хозяйства страны;
- ежемесячно о состоянии ключевых отраслей народного хозяйства страны.

Подготавливали информацию для ввода в комплекс «Контур» и принимали указания руководства страны на пунктах приема-передачи информации – абонентских пунктах комплекса «Контур». Основной объем вводимой информации был формализован в виде абонентских перечней информационных данных (исключение составляли незамедлительные донесения).

Исходя из целевого назначения системы, ее структуры, перечня решаемых задач и организации информационного фонда, комплекс «Контур» представлял собой сложную автоматизированную систему, требующую от ее создателей эффективных решений множества научно-технических, организационных и финансовых проблем. Это было связано с ограниченной номенклатурой отечественных средств вычислительной техники; защищенных средств связи и передачи данных; математического, информационного и программного обеспечения; большим объемом строительных, монтажных и пуско-наладочных работ на объектах комплекса, а также подготовкой персонала для новых предприятий и организаций, обеспечивающих его эффективную эксплуатацию.

В 1971 г. британский кибернетик Стаффорд Бир разработал и создал комплексное решение по поддержке управленческой экономической деятельности руководства Чили. Инициатором проекта был президент социалистической Чили С. Альенде, по личной просьбе которого Бир и возглавил этот проект. Экономиче-

ская система правительства Альенде после аннексии и национализации коммерческих компаний государством столкнулась с необходимостью эффективной координации их работы и взаимодействия. Это и потребовало создания динамичной и гибкой системы для надлежащего управления экономикой Чили.

Проект «*Cybersyn*» представлял собой инновационную, на тот момент, систему кибернетического управления и передачи информации в интересах государственных предприятий, которая обеспечивала сбор, обработку и представление экономической информации. Ее управление велось в режиме «квази» реального времени. Она стала абсолютным «пионером» в применении кибернетических моделей в массовых социально-экономических условиях. В основу принципов работы были положены наука, современные по тем временам технологии, политика и кибернетика.

Проект включал в себя следующее:

Cybernet – первая в мире информационно-телекоммуникационная сеть, обеспечивающая каналы передачи данных между компаниями и правительством. Запущена она была в ноябре 1971 г. Передача данных от предприятий осуществлялась с регулярностью 1 раз в день.

Cyberstride – название программного обеспечения, разработанного для проекта «*Cybersyn*». Основная задача – обработать информацию, поступающую от компаний, и превратить ее в predetermined переменные. Общая цель – доставить информацию от компаний в оперативную комнату в интуитивно понятной форме (рисунок 1.2). Данные обсуждались участниками рабочей группы, результаты передавались обратно в программу и с некоторыми изменениями отправлялись на предприятия. Программа была написана под мощности IBM 360. Ежедневные изменения в компаниях фиксировались байесовской системой, определяя их активность по значениям усилителей, фильтров и значениям заранее заданных форм нормального, тревожного и кризисного состояний. Таким образом работала динамическая модель, позволяющая прогнозировать кризисы в будущем и помогающая принимать упреждающие решения. Уже тогда участники проекта выска-

зывали рекомендации использовать телефонные сети в качестве каналов передачи данных. Однако полноценно *Cyberstride* так и не был применен.



Рисунок 1.2 – Оперативная комната ситуационного центра *Cybersyn*

VSM (Viable System Model – модель жизнеспособной системы) была разработана Стаффордом Биром для проекта и состояла из трех структур, создающих благоприятные условия для развития управления и динамики процессов в трех отношениях:

- окружающей среды объекта;
- операционной области;
- метасистемы.

Модель *VSM* структурирует организацию любой жизнеспособной системы, где последняя понимается как любая организованная система, комбинирующая требования к выживанию в изменяющейся окружающей среде, приспосабливаясь, в первую очередь, к внешним условиям. У жизнеспособной системы есть пять подсистем, которые работают взаимно, и это может быть выявлено через разнообразные структурные аспекты каждой организации.

Checo project (Chilean Economy – экономика Чили) имел главной целью моделирование чилийской экономики и создание симуляций (моделей, сценариев) будущих экономических показателей. Это было сделано с помощью программного обеспечения «*Dinamo*», изначально разработанного под задачи Римского клуба. В диспетчерской это приложение появлялось на экране «*Futuro*», превращая данный инструмент в своего рода монитор, определяющий директивы для средне- и долгосрочных решений. Одним из крупных прорывов данного приложения стало решение, сделанное Стаффордом Биром и остальными членами команды, для поиска способов установления коммуникационных систем, работающих в режиме реального времени и решающих проблему оперативности с использованием теле-тайпа.

Opsroom – комната операций или диспетчерская, которая была местом физического присутствия и лабораторных экспериментов. В книге «Мозг фирмы» Стаффорд Бир объяснил необходимость в особой комнате для получения информации, ее хранения и принятия решений. На сайте «*Cybersyn*» заявлено, что проектирование комнаты осуществлялось на принципах гештальт-психологии, позволяющих пользователю воспринять информацию просто и всеобъемлюще. Комната была шестиугольной, что обеспечивало удобное расположение следующего оборудования:

- 7 вращающихся кресел, снабженных персональными пультами управления визуализацией для оптимизации внутренних и внешних коммуникаций;
- экранов «*Futuro*», VSM и экстренных отчетов, поступающих в режиме реального времени;
- системы подачи данных.

Cyberfolk (Кибернарод) представлял собой эксперимент по предоставлению гражданам страны шанса иметь связь в реальном времени с правительственными группами для принятия решений и обеспечить тем самым демократическое участие в данном процессе. Эксперимент проводился в городах Томе (регион 8) и *Mejillones* (регион 2). Муниципалитеты обоих городов были соединены с домами группы жителей каждого из городов. Закрытый телевизионный обмен информа-

цией позволял жителям просматривать сессии муниципального совета и принимать в них участие. Так, одна из сессий была посвящена принятию бюджета, и жители могли голосовать по ходу заседания с помощью размещенного в домохозяйстве специального устройства (алгедонического переключателя). Устройство было аналоговым, представляло собой регулятор с непрерывной шкалой, изменяемой в пределах значений «хорошо-плохо». Такой принцип позволял давать максимально корректное выражение народного мнения по поводу принимаемых решений, насколько хорошими или плохими они являются, и непосредственно и недвусмысленно отображать их перед народными избранниками. Проект показал высокую эффективность как средство автоматизированного управления экономикой страны и, скорее всего, стал одной из причин военного переворота в сентябре 1973 г. и последующей диктатуры А. Пиночета, при котором проект «*Cybersyn*» был свернут.

«*Cybersyn*» Стаффорда Бира можно считать наиболее близким прототипом ситуационного центра в современном понимании. Нынешнее развитие технологии ситуационных центров во многом повторяет идеи Бира, проецируя их на возможности передовых информационных технологий.

Однако по масштабам реализации и длительности жизненного цикла советская система ОГАС и ее приемник «Контур» оказались более жизнеспособными. Полученный советскими учеными опыт обобщен и развивается уже в настоящее время путем создания РСЦ органов государственной власти.

Актуальность создания РСЦ обусловлена многими факторами, в числе которых необходимостью комплексного подхода к вопросам управления, сбалансированного сочетания федеральных и региональных интересов при решении социальных и экономических проблем, необходимость принятия решений в условиях дефицита времени.

Сложность создания РСЦ, в основном, вызвана необходимостью учета различных факторов взаимодействия системы с окружающей средой, увеличением числа входящих в нее элементов и подсистем, а также, стремительным ростом числа внутренних связей, и проявляется в таких аспектах, как структурная слож-

ность, сложность функционирования, сложность организации, сложность управления и, как результат, сложность развития.

Одной из основных особенностей РСЦ как современной организационно-технической системы специального назначения является то, что значения их характеристик и структуры на различных этапах жизненного цикла изменяются под действием объективных и субъективных факторов. Другими словами, на практике в рамках возросшей неопределенности при принятии решений должностные лица, занимающихся информационно-аналитическим обеспечением ОГВ, сталкиваются с проблемой отсутствия необходимого научно-методического аппарата, позволяющего проводить адекватные современным условиям, оценки эффективности управления информационным обменом между РСЦ.

На современном этапе развития государства и общества все более усложняются задачи выработки обоснованных управленческих решений для достижения устойчивого развития страны и обеспечения национальной безопасности. В условиях лавинообразного увеличения информационных потоков, зачастую стирания граней между достоверными и недостоверными данными невозможно принимать эффективные решения только за счет интуитивного понимания ситуации. Необходима комплексная оценка обстановки путем вычленения достоверных данных из множества источников, моделирования возможных сценариев развития, анализа информации на всех этапах принятия решения.

Наиболее эффективно такие сложные задачи решаются на основе интеграции информационных ресурсов, технологий сбора, верификации, обработки и представления информации, применения сервисов информационного обмена между РСЦ.

С целью отработки вопросов информационного обмена между РСЦ Президента Российской Федерации, Правительства Российской Федерации, Администрации Президента Российской Федерации, Совета Безопасности Российской Федерации, ряда ведомств (в основном силового блока – ФСО России, Минобороны, МЧС России) и некоторых субъектах Российской Федерации был сформирован опытный район, что позволило на практике отработать задачи сбора, обра-

ботки и представления Президенту Российской Федерации, заинтересованным должностным лицам (ДЛ) разнородных данных ведомственной и региональной отчетности. В настоящее время такой информационный обмен наиболее активно осуществляется по линии Национального центра управления обороной, Национального центра управления в кризисных ситуациях, а также ситуационно-аналитического центра Минэнерго России. Утвержден Единый регламент взаимодействия [41-43, 68, 83, 85]. В целях развития информационного обмена между РСЦ предоставляет ее абонентам возможность доступа к формируемым Службой информационным ресурсам и сервисам.

Информационные ресурсы и сервисы представляют собой сообщения масс-медиа, результаты социологических исследований, информационные обзоры и аналитические материалы по широкому спектру вопросов социально-экономического и общественно-политического развития страны и регионов, включая сведения об уровне жизни населения, волнующих его проблемах, состоянии ключевых социально значимых сфер жизнеобеспечения (здравоохранения, образования, жилищно-коммунального хозяйства), удовлетворенности граждан деятельностью органов власти и других актуальных аспектах государственного управления.

Анализ состояния РСЦ выявил ряд проблемных вопросов на современном этапе развития страны:

– большинство РСЦ выполняют задачи мониторингового характера и не встроены в цепочку принятия решений. Зачастую они эксплуатируются в режиме совещаний с использованием средств видеосвязи;

– ДЛ РСЦ слабо включены в аналитическую деятельность, а результаты их работы, как правило, доводятся до руководителей лишь в виде сводок и профильной статистики;

– основу информационных ресурсов РСЦ часто составляют локальные фонды и базы данных, возможности государственных и ведомственных информационных систем используются недостаточно активно;

– РСЦ, как правило, создаются изолированно, без учета организации информационного обмена между ними [41-43, 68, 83, 85].

Эти проблемные вопросы РСЦ обсуждаются на ежегодных всероссийских научно-практических конференциях с участием представителей заинтересованных федеральных и региональных органов власти, Российской академии наук, ведущих предприятий ИТ-отрасли. В последние годы такие конференции проходят на площадках и при активном содействии ведущих университетов страны – Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова и Санкт-Петербургского государственного университета, что позволило выработать ряд следующих направлений развития РСЦ.

Современные тенденции развития информационного общества и цифровой трансформации государственного управления предъявляют повышенные требования к интеллектуальным аналитическим системам, способным вывести работу РСЦ на качественно новый уровень. Применяемые в них технологии обработки данных должны ориентироваться на наиболее рациональное использование особенностей человеческого мышления и каналов восприятия информации.

Поэтому особое место занимают системы визуализации, работающие совместно с технологиями дополненной и виртуальной реальности. Многие процессы сегодня проще понять и осознать, а соответственно принять более адекватное решение, непосредственно погрузившись в виртуальную среду или панорамную фото или видеосъемку, в том числе с применением 3D-технологий. Новые технические средства информационного обмена, коммутации информационных потоков, их представления в виде многооконных фреймов и визуализации на инновационных дисплейных системах позволяют перейти на качественно новый формат работы с информацией и решать различные аналитические задачи принципиально иного уровня сложности.

Фундаментом интеллектуальной деятельности в РСЦ является математическое моделирование. Модельный аппарат РСЦ включает модели и методы математической статистики и теории вероятностей, экспертные методы, методы ис-

следования операций, имитационное моделирование [39] и ситуационный анализ, сетевые, когнитивные, сценарные, семантические модели.

Применение математических моделей и методов, реализованных в инструментально-моделирующей платформе РСЦ, позволяет проводить анализ разнородной информации на более высоком качественном уровне, получать решения, учитывающие структурные особенности и латентные причинно-следственные связи между факторами сферы управления, их компенсационные свойства, динамику, тенденции развития. Использование результатов математического моделирования существенно сокращает время принятия решений и повышает их эффективность, что особенно важно в чрезвычайных ситуациях, когда процесс управления протекает в условиях дефицита времени, неопределенности и неполной информации.

Однако существующий научно-методический аппарат не позволяет в полной мере учитывать особенности управления информационным обменом между РСЦ. Поэтому необходимо совершенствовать управление процессами информационного обмена между РСЦ путем разработки научно-методического аппарата (моделей и алгоритмов), а также программного комплекса поддержки принятия решений, применение которых позволит повысить эффективность управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ.

1.1.2 Основные функции цикла управления, требующие эффективного управления в организационных системах, реализующих структуру распределенных ситуационных центров

РСЦ – это одна из форм организации распределенной комплексной системы поддержки принятия решений, обладающая свойством эффективности решения задач управления.

Эффективность управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ определяется внедрением средств поддержки принятия решений на основе моделей оценок эффективности, рационального управления информационным обменом с учетом прогнозирования состояния РСЦ и человеческого фактора и влияет на оперативность выполнения технологических операций в интересах должностного лица, принимающего решение (ЛПР) (рисунок 1.3).

Например, технологическая операция «Оперативное оценивание эпидемиологической обстановки в России» включает [41-43, 68, 83, 85]:

- перечни показателей: количественные (сбор статистики); массив статистических данных округа; массив статистических данных региона; качественные показатели, получаемые путем экспертного опроса; состав экспертной группы; массив качественных оценок.

- обработку результатов оценивания количественных показателей, а именно: обобщенных показателей; прогнозных оценок; результатов моделирования.

- обработку результатов оценивания качественных показателей, а именно: оценки качества экспертизы; экспертные оценки.

- формирование оперативного отчета об эпидобстановке в России, а именно: оперативной отчет об эпидобстановке; оперативный отчет об эпидобстановке в округе; оперативный отчет об эпидобстановке в субъекте.

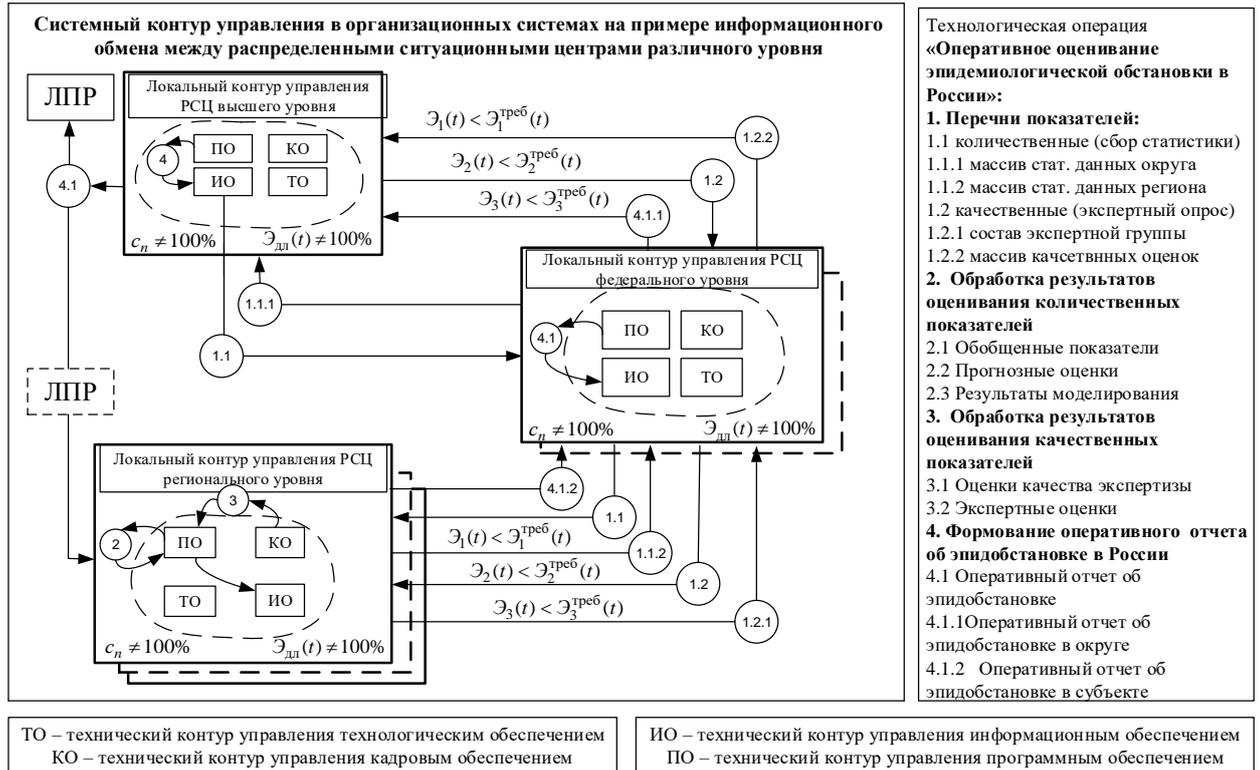


Рисунок 1.3 – Функциональная модель многоконтурного управления в организационных системах на примере информационного обмена между РСЦ различного уровня

Количество технологических операций определяет информационную нагрузку на РСЦ. По прибытии ЛПР высшего уровня в определенные регионы страны часть задач по выполнению технологических операций РСЦ высшего уровня возлагается на РСЦ регионального уровня. В этих условиях информационная нагрузка на РСЦ регионального уровня возрастает. С другой стороны, производственные возможности РСЦ регионального уровня рассчитаны на выполнение всех технологических операций в интересах ЛПР регионального уровня. По прогнозу экспертов, РСЦ регионального уровня выполнить все операции в интересах ЛПР высшего и регионального уровней одновременно не представляется возможным по причине низкой эффективности информационного обмена между РСЦ $\mathcal{E}_1(t) < \mathcal{E}_1^{\text{треб}}(t)$, низкой эффективности комплексного использования инфор-

мационных ресурсов $\mathcal{E}_2(t) < \mathcal{E}_2^{\text{треб}}(t)$, нерационального управления информационным обменом между РСЦ $\mathcal{E}_3(t) < \mathcal{E}_3^{\text{треб}}(t)$, недостаточного учета состояния РСЦ $c_n \neq 100\%$, недостаточного учета человеческого фактора $\mathcal{E}_{\text{дл}}(t) \neq 100\%$.

Требование к оперативности цикла управления, подкрепленное утверждениями экспертов и единстве понимания служит основанием для использования эвристик при подготовке и принятии решений наряду с обоснованным научно-методическим аппаратом, направленным на повышение эффективности в организационных системах, реализующих структуру РСЦ.

Для эффективного управления необходим набор инструментов информационно-аналитической деятельности между РСЦ, надстройка и выделенная составная часть общего информационного пространства, то есть совокупность информационных ресурсов, созданных субъектами информационной сферы, средств взаимодействия таких субъектов, их информационных систем и необходимой информационной инфраструктуры. Часть активных информационных ресурсов, включает открытое множество моделей, методов, алгоритмов и технологий, реализованных в информационно-аналитических системах: методы оптимизации; формальные схемы обоснования выводов; неформальные процедуры обнаружения закономерностей, выдвижения гипотез; эвристики: алгоритмы, выводы по аналогиям, немонотонные выводы, методы качественного анализа систем, активной коллективной работы; методы подготовки решений коллективом экспертов; когнитивная графика; методы объяснения; методы обработки входной информации: отсечка, агрегирование, типологическая выборка, аппроксимация и другие методы [9-11, 16-19, 23, 24, 26, 27, 32, 38, 40, 44, 62-64, 74-77, 78, 79, 80, 82, 105, 107, 111-114].

Обобщенная блок-схема цикла управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ представлена на рисунке 1.4.

Цикл управления представляет собой совокупность действий (реализацию управленческих функций) субъекта управления и объектов управления (РСЦ). Измеряются характеристики U_i , выполняемые в объекте управления вручную или

автоматически, затем преобразовывается информация к виду, пригодному для передачи по каналам и (или) обработки в автоматизированном режиме, передача информации (сообщений, данных) осуществляется по каналам связи в соответствии с существующими правилами.

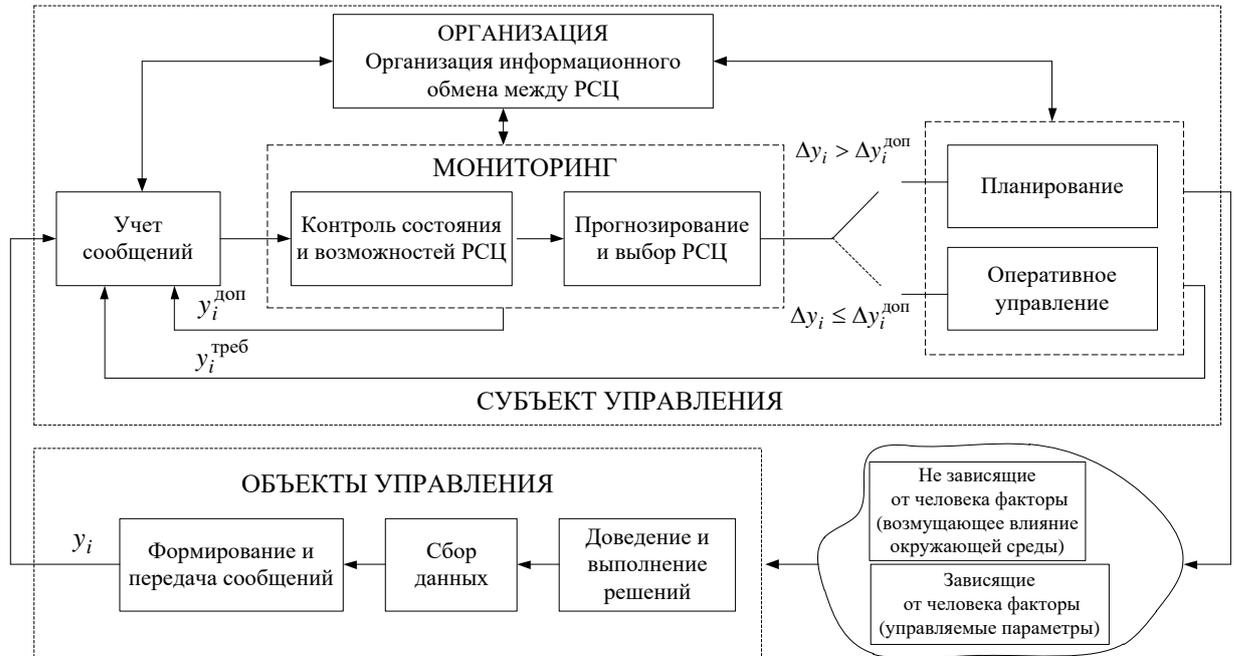


Рисунок 1.4 – Обобщенная блок-схема цикла управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ

По прибытии информации в субъект управления блок учета сообщений осуществляет ввод-вывод, регистрацию, преобразование формы, поиск, отображение, тиражирование, классификацию, статистическую обработку, выборку, получение агрегированных сообщений, обеспечение конфиденциальности и целостности информации, далее с использованием мониторинга осуществляется контроль состояния и возможностей РСЦ (измерение, сбор, уточнение сообщений) объекта управления (РСЦ) и оценку степени отклонения текущего состояния от требуемого по заданным критериям эффективности (оценка соответствия состояния системы требуемому значению). Оценивается состояние информационного обмена (измеряется достоверность, точность, объем, своевременность представления сообщений, прохождения и исполнения документов; решаются задачи ин-

формационной безопасности). Далее выбираются определенные РСЦ в зависимости от их состояния и обосновываются решения на переход к планированию или оперативному управлению. Объект управления (РСЦ) характеризуется параметром y_i , который изменяется в пределах Δy_i . Если в результате анализа выяснено, что $\Delta y_i \leq \Delta y_i^{\text{доп}}$, где $\Delta y_i^{\text{доп}}$ – допустимое отклонение, то в цикле управления осуществляется переход к оперативному управлению. Если $\Delta y_i > \Delta y_i^{\text{доп}}$, то осуществляется переход к функции планирования. При планировании возможно прогнозирование, что позволяет снять неопределенность относительно структуры, свойств или закона функционирования РСЦ в будущем, научно обоснованное суждение о будущих состояниях РСЦ и/или об альтернативных путях и сроках достижения целевого состояния. Подсистема планирования определяет последовательность снятия неопределенности относительно требуемой структуры, свойств, закона функционирования системы или внешней среды. Подсистема оперативного управления обеспечивает функционирование системы в рамках действующего плана. Заключается в решении задач стабилизации, слежения или выполнения программы управления. Цикл управления повторяется. В каждом цикле учитываются зависящие (компетентность) и независящие (деструктивные) от человека факторы. Кроме того, текущее состояние объекта управления сравнивается с требуемым и в зависимости от величины отклонений управляемых характеристик Δy_i от допустимых отклонений $\Delta y_i^{\text{доп}}$ осуществляется переход к оперативному управлению или планированию [50, 61-64].

Подсистема организации устанавливает постоянные и временные связи между всеми РСЦ, в определении порядка и условий их функционирования, в объединении компонентов и ресурсов системы таким образом, чтобы обеспечить эффективное достижение намеченных целей. Согласовывает действия подсистем в соответствии с целями РСЦ с управлением и поддержание этого согласования на протяжении цикла управления.

Наличие нескольких объектов управления и подсистем управления приводит к противоречию между их частными целями. Это, в свою очередь, приводит к

разобщенности действий. Устранение этих противоречий – основная задача организации.

В разных управленческих циклах задействованы многие объекты управления, решаются разные задачи, используются разные подходы и методический аппарат. При этом в каждый момент текущей деятельности приходится решать одновременно эти задачи, несмотря на то что их суть и методы решения порой существенно различаются.

Методы решения краткосрочных задач распространяют на решение среднесрочных и долгосрочных задач. Обмен опытом использования необходимых методов при решении различного класса задач ограничен из-за низкой эффективности информационного обмена между РСЦ.

Это значительно снижает поиск наиболее рациональных подходов в условиях взаимосогласованного учета факторов (условий, требований, ресурсов) в конкретный момент времени, что снижает эффективность управленческой деятельности.

С точки зрения организации информационного обмена цикл управления может быть представлен функциями: сбор сообщений, подготовка решения, принятие решения, доведение решения до исполнителей.

Основными функциями цикла управления, требующие эффективного управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ, представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Функции цикла управления, требующие эффективного управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ

Подсистемы субъекта и объекта управления	Наименование функции управления	Основные задачи в организационных системах, реализующих структуру РСЦ
Подсистема сбора сообщений объекта управления	Сбор сообщений объектом сообщений	Определение перечня, сроков предоставления сведений, формата сообщений, протоколов обмена (установление соединения, обеспечение безошибочности, информационной безопасности и т. д.). Актуализация, корректировка, обеспечение целостности, оценка важности сообщений

Подсистемы субъекта и объекта управления	Наименование функции управления	Основные задачи в организационных системах, реализующих структуру РСЦ
Подсистемы мониторинга, планирования и оперативного управления субъекта управления	Подготовка решения субъектом управления (учет сообщений, контроль состояния и возможностей РСЦ, прогнозирование и выбор РСЦ, планирование)	Обеспечение эффективной коммуникации – оперативного достижения взаимопонимания при решении задач. Согласование мнений экспертов, коллективное обоснование суждений о возможных состояниях системы в будущем и/или об альтернативных действиях и сроках достижения целевого состояния, структуры, свойств, закона функционирования системы, оценка и выбор РСЦ, рациональное управление информационным обменом между РСЦ
Подсистема организации	Принятие решения субъектом управления (организация информационного обмена между РСЦ)	Координация совместной деятельности по решению задач: распределения информационных ресурсов, рационального использования информационных ресурсов , распределения степени ответственности, устранение противоречий между частными целями отдельных подсистем
Подсистема доведения решений	Доведение решения до исполнителей	Оценка эффективности информационного обмена

Необходимость эффективного управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ обосновывается существующими аспектами (Таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Аспекты и содержание информационного обмена между РСЦ

Аспекты информационного обмена	Содержание аспекта
Организационный аспект	
Юридическое основание	Перечень документов: регламент, инструкция
Сценарий	Тип, этапы, место, время, форма, управленческие технологии
Способы разрешения противоречий, действия в нештатных ситуациях	Соглашение, инструкция
Ответственность	Перечень должностных лиц
Содержательный аспект	
Субъекты (источник/потребитель, участник)	Перечень субъектов
Задача, требующая информационного обмена	Множество задач цикла управления
Цель информационного обмена	Соответствует задачам цикла управления

Аспекты информационного обмена	Содержание аспекта
Состав передаваемых / получаемых сведений	Перечень сведений
Оценка состояния информационного обмена	Модель, алгоритм
Технологический аспект	
Информационная безопасность	Модель, алгоритм
Режим, средства реализации	Модель, алгоритм
Инфокоммуникационные технологии, методы, протоколы интеграции информационного обмена	Модель, алгоритм

Юридическое основание необходимо для определения ответственности за результаты управленческих решений, соблюдение требований организационного, содержательного и технологического аспектов информационного обмена, включая правомерное использование программного обеспечения и программно-технических средств, обеспечение конфиденциальности и целостности передаваемой информации, согласование ведомственных противоречий.

Сценарий управления информационным обменом между РСЦ включает [10, 27, 61-64, 111-114]:

1. Уяснение решаемой задачи и формы (управленческих технологий) информационного обмена.

Типовыми задачами управления информационного обмена являются: сбор данных; подготовка решения (учет, контроль, анализ, прогнозирование, планирование); принятие решения (организация, координация); доведение решения до исполнителей.

Формами (управленческими технологиями) являются двусторонний и односторонний информационный обмен.

2. Определение мест нахождения взаимодействующих субъектов, времени (периода) информационного обмена, перечня сведений и информационных источников (документ, человек, физическая реальность или предметно-вещественная среда), необходимых для информационной поддержки мероприятия (решаемой задачи).

3. Сбор сведений, включая материалы информационного фонда, статистическую и аналитическую информацию, ведомственные отчеты и доклады, обзоры аналитических служб, нормативные и правовые документы, проведение и анализ результатов социологических исследований и экспертных сессий, мониторинг публикаций информационных агентств и средств массовой информации, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», фактографической (фото-, видеоинформации), документов общественных организаций, политических партий, оперативных материалов компетентных органов.

4. Оценку ценности, состояния объектов управления, достоверности и полноты полученной информации. Правила оценки состояния объектов управления на примере информационного обмена между РСЦ представлены в таблице 1.3 [61-64].

Таблица 1.3 – Правила оценки состояния объектов управления

Значения состояния источника на шкале Харрингтона	Вербальная оценка состояния источника	Вербальные правила оценки состояния объектов управления на примере информационного обмена между РСЦ
1	Заслуживающий доверия	Сомнения в подлинности, достоверности или компетенции отсутствуют; имеет историю, подтверждающую достоверность всех сообщений
0,80	Обычно заслуживающий доверия	Незначительные сомнения о подлинности, достоверности или компетенции; имеет историю предоставления достоверной информации в большинстве случаев
0,63	Достаточно заслуживающий доверия	Есть сомнения в подлинности, достоверности или компетентности, но ранее предоставлял достоверную информацию
0,37	Как правило, не заслуживающий доверия	Существенные сомнения в подлинности, достоверности или компетентности, но ранее предоставлял достоверную информацию
0,20	Не заслуживающий доверия	Не хватает аутентичности, достоверности и компетентности; история недостоверной информации
0	Нельзя судить	Основа для оценки надежности объекта управления отсутствует

Способы разрешения противоречий определяются двусторонними соглашениями, а также прилагаемыми к ним регламентами информационного обмена и необходимыми инструкциями.

Ответственными за информационный обмен между РСЦ назначается ДЛ, наделяемое полномочиями, достаточными для влияния на неисполнение или ненадлежащее исполнение обязанностей сотрудниками РСЦ.

Субъекты (источник/потребитель, участник). В рамках структуры РСЦ взаимодействующие субъекты одновременно являются источниками и потребителями сведений для своих задач. Участник информационного обмена – это лицо, организация или информационная система организации, участвующая в предоставлении сведений для задач, решаемых источниками или потребителями сведений.

Основными субъектами информационного обмена являются:

- высшее руководство – лицо принимающее решение в федеральных органах исполнительной власти, их территориальных представительствах и иных территориальных структурах, региональных министерствах и ведомствах, муниципальных образованиях, предприятиях и организациях, органах государственной статистики, других РСЦ;

- эксперты – лица, осуществляющие подготовку решений для высшего руководства;

- сотрудники органов управления – исполнители, служащие, инженерно-технические работники – лица, осуществляющие информационное обеспечение цикла управления;

- государственные информационные системы (ГАС «Управление», единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС), Электронный бюджет, АИС «Госпрограммы»);

- информационные системы региональных органов власти, органов местного самоуправления;

- аналитические и социологические службы;

- информационные агентства и средства массовой информации;

- политические партии, общественные организации и религиозные конфессии;
- информационный фонд в составе, определенном в Едином регламенте взаимодействия РСЦ [41-43].

Задача, требующая эффективного информационного обмена в области стратегического, среднесрочного планирования, оперативного управления представляет собой элемент открытого множества задач цикла управления, изменяющегося в соответствии с информационными потребностями лица принимающего решения, зафиксированными в нормативных правовых документах (мониторинг, принятие и контроль исполнения решений, планирование, прогнозирование, координация, оценка результатов и др.).

Цели информационного обмена (вопросы, этапы решаемой задачи) соответствуют этапам цикла управления (рисунок 1.4) и сценариям решения задач управления информационного обмена. Типичными целями являются: создание, корректировка информационных ресурсов; сбор данных; подготовка решений с привлечением экспертного сообщества и инструментов коллективной работы; доведение решений до исполнителей; подготовка информационно-аналитических материалов и др.

Состав передаваемых и получаемых сведений классифицируется по документографическим атрибутам, содержанию, составу, формам.

Оценка состояния информационного обмена является необходимым этапом, связанным с вопросами очистки данных от преднамеренной или случайной дезинформации. Оценка осуществляется в соответствии с правилами оценки состояния источника информации (таблица 1.3).

Информационная безопасность. Аспект охватывает методы, модели и алгоритмы аутентификации, авторизации, идентификации, обеспечения целостности, конфиденциальности, доступности информации.

Режим, средства реализации. Основными режимами информационного обмена между РСЦ могут служить: дистанционные информационные обмены (off-line, on-line); контактный информационный обмен; режим совещания; режим внедренного представителя.

Основными инфокоммуникационными технологиями, методами, протоколами интеграции информационного обмена являются:

- электронные сервисы;
- прямое обращение по каналам связи межведомственного, межуровневого, внутриведомственного взаимодействия (удалённый доступ) к федеральным и ведомственным информационным ресурсам (ГАС «Управление», ЕМИСС, официальный интернет-портал правовой информации и др.);
- системы электронной почты и электронного документооборота;
- видеоконференцсвязь, телефония, факсимильная служба;
- установка на выделенных технических средствах получателя информационных систем поставщика;
- широковещательная рассылка;
- предоставление информационных материалов на бумажных и (или) машинных носителях заявителем (поставщиком).

Таким образом, необходим единый подход к управлению в организационных системах на примере информационного обмена с реализацией функций цикла управления и уровня лица принимающего решения. Единый подход достигается единством в понимании сущности и структуры информационного обмена; совершенствованием правовых и технологических основ взаимодействия на основе описания функций информационного обмена между РСЦ, обобщением и раскрытием отдельных частных методов, приемов и правил, выработанных на основе положительного опыта по подготовке сценариев совместного решения задач управления процессами информационного обмена между РСЦ.

1.2 Модели, алгоритмы и механизмы оценивания эффективности управления в организационных системах

Исследованию проблем в области управления в организационных системах, оценкой эффективности функционирования сложных организационных систем посвящено большое количество работ. Исследованием отдельных аспектов совершенствования процессов управления в организационных системах в разные годы занимались такие известные ученые как [20-22, 27-29, 31, 37, 41-43, 45, 47, 54, 57, 61-64, 73, 83, 85, 109, 111-114] В. М. Глушков, Стаффорд Бир, А. И. Китов, В. Н. Бурков, Д. А. Новиков, А. В. Щепкин, В. Л. Бурковский, Н. И. Ильин, Г. Г. Малинецкий, А. А. Зацаринный, Б. В. Соколов, В. Е. Лепский, А. П. Шабанов, К. К. Колин, З. К. Авдеева, Б. Б. Славин, А. Н. Райков, С. В. Козлов. Исследованием моделей описания и оценок эффективности решения задач управления и принятия решений занимались такие известные ученые как [49, 55, 59, 60, 65, 102, 115] Н. А. Коргин, С. П. Никаноров, С. Оптнер, С. Янг, А. И. Уемов, У. Матурана, Ф. Варела, Н. Луман, С. М. Крылов.

Ряд зарубежных ученых, таких как [1, 2, 4-8] М. Бекманн, О. Вильямсон, Г. Кальво, С. Веллиц, М. Керен, Д. Левхарь, Ш. Розен, Р. Раднер и др. получили определенные результаты в области эффективности решения задач управления информационного обмена в сложных организационных системах (рисунок 1.5).

Содержание исследований в предметной области показал, что указанные вопросы решались по-разному. Ряд работ являются основополагающими, однако основные усилия большинства ученых были в основном направлены на решение отдельных прикладных задач, зачастую не связанных с особенностями управления в организационных системах в современных условиях. Другая группа исследователей сформировала нормативную методологию, опирающуюся на инварианты сетевой информационно-аналитической деятельности в аналитическом пространстве с целью выделения уровней информационного обмена между РСЦ.

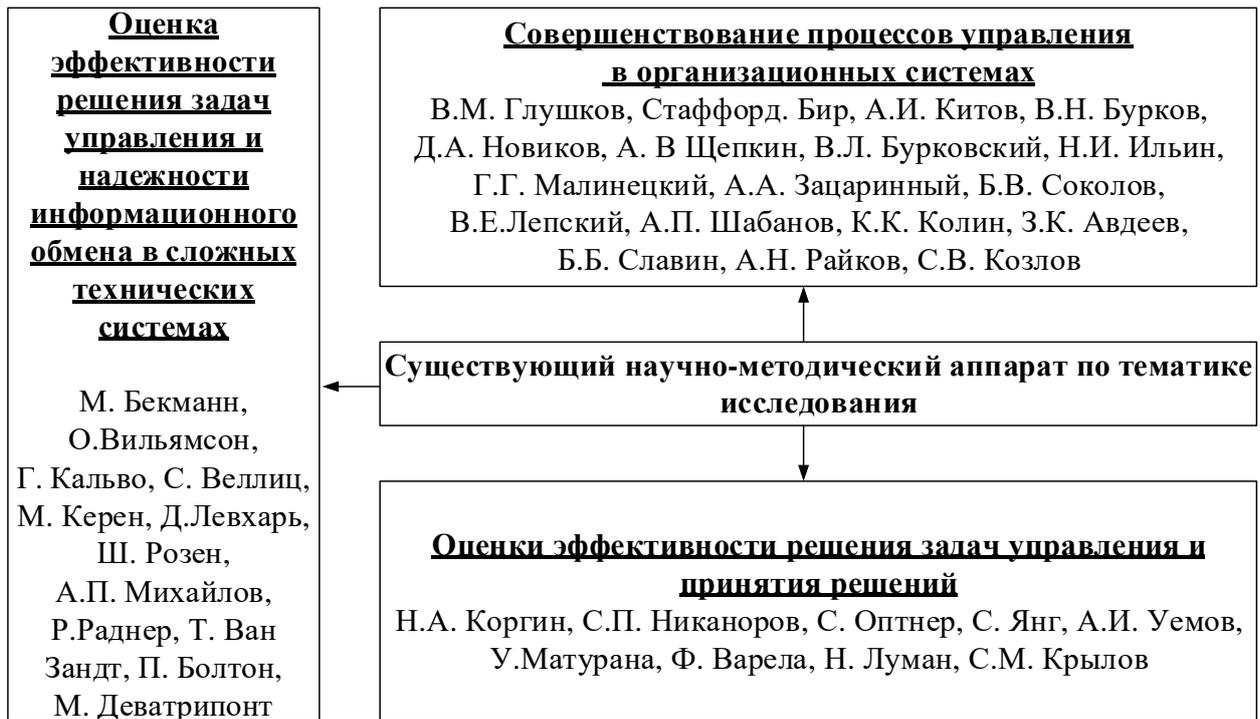


Рисунок 1.5 – Исследователи в области управления в организационных системах в Российской Федерации и за рубежом

Механизмы, основывающиеся на оптимизационных моделях, в свою очередь подразделяются на механизмы, использующие аппарат: теории вероятностей (в том числе теория надежности, теория массового обслуживания, теория статистических решений), теории оптимизации – линейное и нелинейное (а также стохастическое, целочисленное динамическое и др.) программирование, дифференциальных уравнений, оптимального управления; дискретной математики – в основном теория графов (транспортная задача, задача о назначении, выбор кратчайшего пути, календарно-сетевое планирование и управление, задачи о размещении, распределение ресурсов на сетях и т.д.). Механизмы, основывающиеся на теоретико-игровых моделях в свою очередь подразделяются на механизмы, использующие аппарат: некооперативных игр, кооперативных игр, повторяющихся игр, иерархических игр и рефлексивных игр [3, 9, 17, 18, 25, 27, 30, 61-64, 74-77, 111-114].

Проведенный анализ позволил автору сделать промежуточный вывод о том что, при управлении в организационных системах, реализующих структуру РСЦ

необходимо обеспечить определенный механизм управления. В таблице 1.4 представлены основные функции и существующие механизмы управления в организационных системах на примере информационного обмена между РСЦ.

Таблица 1.4 – Основные функции и существующие механизмы управления в организационных системах на примере информационного обмена между РСЦ

№ п/п	Функции управления	Существующие механизмы	Идея механизма	Недостаток механизма
1	Планирование	Механизмы информационного обмена	Обеспечивает информацией от объектов управления субъекту управления	Ограничены достоверной информацией от объектов управления субъекту управления
		Механизмы последовательного распределения информационных ресурсов	Субъект управления определяет оптимальные планы распределения информационных ресурсов	Перераспределение информационных ресурсов не представляется возможным
2	Организация	Механизмы открытого управления информационным обменом	Объект управления представляется в виде множества его допустимых планов	Ограничены числом объектов управления
		Механизмы информационного управления	У субъекта управления есть возможность обеспечить у объектов управления необходимого информационного равновесия без учета изменяющихся условий функционирования объектов управления. Субъект управления рассчитывает на наилучшее для себя информационное равновесие	Ограничены гипотезой благожелательности и принципом максимального гарантированного результата
		Механизмы формирования оптимальных структур управления	Распределение работы между объектами управления предполагает выравнивание их информационной нагрузки	Приводят к необоснованному росту объектов управления. Не учитывают состояние информационного обмена между объектами управления

№ п/п	Функции управления	Существующие механизмы	Идея механизма	Недостаток механизма
3	Контроль	Механизмы распределенного контроля. Механизмы экспертизы	На один объект управления приходится несколько субъектов управления, при этом используются инструменты теории игр и множество Порето	Указанный механизм ограничен игрой одного субъекта и одного объекта управления. Прогнозирование состояния объектов управления

Существующие механизмы планирования (информационного обмена и последовательного распределения информационных ресурсов) ограничены достоверной информацией от объектов управления субъекту управления. Кроме того, субъект управления определяет оптимальные планы распределения информационных ресурсов, при этом перераспределение информационных ресурсов с использованием существующих механизмов не представляется возможным.

Существующие механизмы организации (открытого управления, информационного управления и формирования оптимальных структур управления).

Механизмы открытого управления ограничены числом объектов управления, так как для этого объекта управления децентрализующим множеством будет все множество его допустимых планов. Для системы с числом объектов управления более одного эффективность использования механизмов открытого управления достаточно низкая.

Механизмы информационного управления ограничены гипотезой благожелательности (у субъекта управления есть возможность обеспечить у объектов необходимого информационного равновесия без учета изменяющихся условий функционирования объектов управления) и принципом максимального гарантированного результата (субъект управления рассчитывает на наихудшее для себя информационное равновесие). Таким образом, указанные механизмы стремятся к линейному информационному равновесию и не имеют возможности оперативного управления информационным ресурсом.

Механизмы формирования оптимальных структур управления [1, 2, 4-8, 40] М. Бекманна, О. Вильямсона, Г. Кальво, С. Веллица М. Керена, Д. Левхари, Ш. Розена, А.П. Михайлова, Р. Раднера, Т. Ван Зандта, П. Болтона, М. Деватрипонта приводят к необоснованному росту объектов управления, распределение работы между объектами управления предполагает выравнивание их информационной нагрузки, ограничение взаимодействия между объектами управления различных уровней. Кроме того, не учитывают состояние информационного обмена между объектами управления.

Существующие механизмы контроля (распределенного контроля и экспертизы). При использовании механизмов распределенного контроля на один объект управления приходится несколько субъектов управления. Решение задач такого типа достаточно громоздко, при этом используются инструменты теории игр и множество Парето. Указанный механизм ограничен игрой одного субъекта и одного объекта управления, а также отсутствует функция прогнозирования состояния субъектов управления.

Механизмы экспертизы предполагают ситуацию, когда при проведении экспертизы эксперт будет сообщать недостоверную информацию по причине своих предпочтений.

1.3. Постановка задачи исследования

Технологически деятельность ДЛ при управлении в организационных системах, реализующих структуру РСЦ заключается в циклическом процессе поиска, сбора, обработки и анализа информации о текущей ситуации в сфере информационно-аналитического обеспечения органов государственной власти, прогнозирования ее изменения, формирования управленческих решений, доведения их до исполнителей и контроля достигаемых результатов. При этом степень корректности решений задач управления процессами информационного обмена между РСЦ зависит от адаптированного научно-методического аппарата в области оценки эффективности, рационального управления информационным обменом между РСЦ с учетом прогнозирования состояния РСЦ, учитывающего современные условия их функционирования. Таким образом, необходимо повысить эффективность управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ на основе моделей оценок эффективности, рационального управления информационным обменом между РСЦ с учетом прогнозирования их состояния и человеческого фактора для обеспечения оперативности выполнения технологических операций в интересах ЛПР.

При этом целесообразно использовать механизм Д.А. Новикова, при котором решения частных задач используются при решении более общих задач [61-64].

Эффективность управления в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ определяется соотношением [13-15]:

$$\mathcal{E}_{\Sigma}(t) = \min \{ \mathcal{E}_{\text{дл}}(t); \mathcal{E}_{\text{ин}}(t) \}, \quad (1.1)$$

где $\mathcal{E}_{\text{дл}}(t)$ – обобщенная характеристика уровня профессиональной пригодности должностных лиц РСЦ с учетом их психологических и психофизических качеств;

$\mathcal{E}_{\text{ин}}(t)$ – оценки эффективности информационного обмена, комплексного использования информационных ресурсов и рационального управления с учетом

прогнозирования состояния РСЦ. $\Xi_{in}(t)$ определяются с помощью разработанного комплекса моделей и алгоритмов.

Определять эффективность управления в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ целесообразно с использованием следующей последовательности (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Последовательность определения эффективности управления в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ

На первом этапе необходимо обосновать необходимость повышения эффективности управления за счет разработки научно-методического аппарата (моделей и алгоритмов), а также программного обеспечения. Существующие механизмы

повышения эффективности управления не обеспечивают достижение сформулированной цели (п.п. 1.2).

На втором этапе необходимо определить перечень задач управленческого характера, решаемых неэффективно при информационном обмене между РСЦ. Очевидно, что сформулировать исчерпывающий перечень указанных задач сложно, поэтому логично в рамках достижения цели исследования и решения научной задачи провести несколько раундов экспертного опроса методом Дельфи.

На третьем этапе для решения каждой задачи из перечня, полученного методом экспертного опроса, необходимо сформировать перечень функций с учетом перспективы его расширения. Однородные функции, не зависящие от конкретных исходных данных (расчет коэффициента корреляции, построение графика, визуализация динамики изменения и т. д.), необходимо объединить, если это возможно, чтобы избежать дублирования. Под объединением понимается их выполнение в одном функциональном модуле (устройстве) в аппаратно-программном или аппаратном исполнении. При этом определяют их критические параметры (для коэффициента корреляции – максимальное количество величин и их измерений; для построения графиков – исчерпывающий перечень видов графиков, количество измерений и точность значений на шкале. Каждая функция должна быть подробно описана с указанием требований и ограничений для задач, в которых она задействована.

На четвертом этапе необходимо определить механизмы реализации функций управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ при информационном обмене между ними. При этом целесообразно использовать известные подходы, предложенные Фишборном для априорного получения не противоречащих некоторой системе линейных ограничений точечных оценок вероятностей событий, использовать мультипликативные свойства характеристических функций, теоремы единственности и формулу обращения Меллина, синергетический эффект и др.

На пятом этапе необходимо реализовать механизмы в виде математических конструкций, при этом привести исследуемые параметры к единой шкале, а именно:

- моделировать комплексные показатели эффективности управления информационным обменом между РСЦ и критериев их важности;
- разработать модель оценки эффективности информационного обмена между РСЦ;
- разработать модель оценки эффективности комплексного использования информационных ресурсов;
- разработать модель рационального управления информационным обменом между РСЦ.

На шестом этапе необходимо формировать предложения по прогнозированию и выбору РСЦ, а именно:

- разработать алгоритм оценки и выбора РСЦ с использованием доминантного закона распределения случайных величин;
- разработать алгоритм прогнозирования периодичности контроля состояния РСЦ.

На седьмом этапе необходимо оценить эффективность управления в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ с использованием принципа «слабого звена» [13]. Для этого целесообразно разработать программный комплекс поддержки принятия решений при управлении в организационных системах, реализующих структуру РСЦ.

1.4 Выводы по первому разделу.

1. Для повышения эффективности информационно-аналитической поддержки реализации государственной политики в сфере социально-экономического и общественного политического развития страны и обеспечения национальной безопасности необходимо учитывать стремительный рост числа внутренних связей между РСЦ, их структурную сложность, сложность функционирования, сложность организации и сложность управления.

2. Анализ особенностей управления позволил определить противоречие в практике – между необходимостью повышения эффективности управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ и возможностью ее повышения в изменившихся условиях функционирования РСЦ при высоких требованиях к информационному обмену между ними.

3. Противоречие в практике позволило определить цель и объект исследования. Проведенный анализ существующих моделей, алгоритмов и механизмов оценивания эффективности управления в организационных системах определили предмет исследования. Анализ существующего научно-методического аппарата позволил сформировать противоречие в теории, которое определило научную задачу. Для решения научной задачи, она декомпозирована на ряд частных задач.

4. С использованием существующих моделей, алгоритмов и механизмов в предметной области повысить эффективность управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ не представляется возможным из-за отсутствия учета объективных (не зависящих от человека) и субъективных (зависящих от человека) факторов.

5. Анализ существующего научно-методического аппарата свидетельствует о недостаточной теоретической проработке вопросов в предметной области, что позволило обосновать актуальность решаемой научной задачи и определить необходимость разработки математических конструкций для достижения цели, учитывающих ряд дополнительных факторов.

6. Проведенный анализ позволил определить пути достижения цели исследования и решения научной задачи. Пути достижения цели объединены единым

замыслом и представляют собой последовательность определения эффективности управления в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ.

7. В целом делается заключение о том, что если по номенклатуре и качеству технических средств процессов поиска, сбора, обработки и анализа информации о текущей ситуации в сфере информационно-аналитического обеспечения, прогнозирования ее изменения, формирования управленческих решений, доведения их до исполнителей и контроля достигаемых результатов существующие системы удовлетворяют предъявляемым требованиям, то по вопросам их комплексирования наблюдается определенное отставание. И обусловлено это отсутствием средств поддержки принятия решений (моделей и алгоритмов), охватывающих всю совокупность контуров управления (рисунки 1.3 и 1.4).

2. МОДЕЛИ ОЦЕНОК ЭФФЕКТИВНОСТИ И РАЦИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМ ОБМЕНОМ МЕЖДУ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ СИТУАЦИОННЫМИ ЦЕНТРАМИ

2.1 Постановка задачи на разработку моделей

Основная цель моделирования заключается в получении оценочных зависимостей эффективности управления в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ.

Цель моделирования достигается путем построения комплекса моделей и оценки: комплексных показателей эффективности управления информационным обменом между РСЦ и критериев их важности; эффективности информационного обмена между РСЦ; эффективности комплексного использования информационных ресурсов и рационального управления информационным обменом между РСЦ [12, 56, 84, 89, 90, 110].

На рисунке 2.1 представлена обобщенная структура комплекса моделей оценок эффективности и рационального управления, их взаимосвязи с функциями управления и влияние на оперативность управления.

Достижение цели моделирования предполагает выполнение следующих этапов:

- выбор и обоснование математического аппарата (методов и средств) для моделирования;
- построение математической конструкции с использованием выбранных методов для моделирования;
- построение моделирующего алгоритма;
- программную реализацию модели;
- оценку качества разработанной модели.



Рисунок 2.1 – Обобщенная структура комплекса моделей оценок эффективности и рационального управления информационным обменом между РСЦ, их взаимосвязи с функциями управления и влияния на оперативность управления

Выбор и обоснование математического аппарата (методов и средств) определил, что для моделирования:

- комплексных показателей эффективности управления информационным обменом между РСЦ и критериев их важности необходимо использовать принцип максимума энтропии;
- оценки эффективности информационного обмена между РСЦ необходимо использовать мультипликативные свойства характеристических функций, теоремы единственности и формулу обращения Меллина;

– оценки эффективности комплексного использования информационных ресурсов необходимо использовать метод Фишберна для априорного получения точечных оценок вероятностей событий;

– рационального управления информационным обменом между РСЦ необходимо использовать уравнения Колмогорова для вероятностей состояний, закон Пуассона, теорему Реньи о разложении.

При построении математических конструкций необходимо использовать выбранные математические методы, а также эконометрические методы (методы прогнозирования) [81].

При построении моделирующих алгоритмов необходимо использовать метод пошаговой детализации. При этом формулируется общая структура алгоритма, затем продумывается и детализируется каждый шаг алгоритма.

В рамках программной реализации моделей необходимо использовать языки программирования C# и другие известные программные продукты.

Оценку качества разработанных моделей целесообразно осуществлять с использованием методов математической статистики.

Таким образом, необходимо разработать модели комплекса моделей оценок эффективности и рационального управления информационным обменом между РСЦ с целью получения необходимых зависимостей эффективности управления в условиях динамично изменяющихся объективных и субъективных факторов, не зависящих от человека.

2.2 Моделирование комплексных показателей эффективности управления информационным обменом между распределенными ситуационными центрами и критериев их важности

Степень корректности решений задач управления информационным обменом между РСЦ зависит от конструктивного (формализованного) представления показателей эффективности и определения критериев их важности в условиях динамично изменяющихся объективных и субъективных факторов, не зависящих от человека.

Приведение показателей эффективности управления информационным обменом между РСЦ и критериев их важности в условиях динамично изменяющихся объективных и субъективных факторов к единой шкале представляет собой подход к формированию комплексных показателей эффективности в виде скалярной функции векторного аргумента.

Исходные данные для моделирования:

- количество сравниваемых вариантов управления информационным обменом между РСЦ – J ;
- идентификатор варианта управления информационным обменом между РСЦ – j ;
- количество частных показателей, характеризующих сравниваемые варианты – I ;
- номер показателя эффективности – i ;
- оценка i -го элемента вектора показателей эффективности j -го варианта управления – $w_i(j)$;
- приведенные к единой шкале оценки i -го элемента вектора показателей эффективности j -го варианта управления информационным обменом – $S_i(j)$.

Ограничения и допущения:

$$i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J; 0 \leq Q(j) \leq 1.$$

Выходные результаты: $Q(j)$.

С математической точки зрения сведение совокупности показателей к некоторому обобщенному показателю представляет собой формирование на выбранной совокупности показателей эффективности некоторой скалярной функции векторного аргумента [96]:

$$Q(j) = Q[w_i(j)] \quad (2.1)$$

Вид функции $Q(j)$, определяется тем, как моделируется вклад каждого показателя в обобщенный показатель. При этом используется аддитивная (2.2) или мультипликативная (2.3) свертка:

$$Q(j) = \sum_{i=1}^I A_i S_i(j), \quad (2.2)$$

$$Q(j) = 1 - \prod_{i=1}^I [1 - A_i S_i(j)]. \quad (2.3)$$

Для приведения оценок $S_i(j)$ к единой шкале выбран рациональный вариант управления информационным обменом между РСЦ, обладающий наибольшими значениями выбранных показателей эффективности:

$$w_i^*(j) = \max_{i,j} w_i(j). \quad (2.4)$$

Каждый вариант управления информационным обменом между РСЦ охарактеризован относительными значениями частных показателей:

$$S_{ij}^* = \frac{w_i(j)}{w_i^*(j)}. \quad (2.5)$$

Параметры d_{ij} , определяются по правилу: $d_{ij} = 1$, если увеличение (2.5) ведет к предпочтительному варианту; $d_{ij} = 0$ – в другом случае.

Сравниваемые варианты управления информационным обменом между РСЦ представлены величинами – $S_i(j)$:

$$S_i(j) = \begin{cases} S_{ij}^* & \text{при } d_{ij} = 1, \\ 1 - S_{ij}^* & \text{при } d_{ij} = 0. \end{cases} \quad (2.6)$$

Разработанный научно-методический подход приведения показателей эффективности к единой шкале обеспечивает безразмерность обобщенного показателя

теля $Q(j)$, при том, что частные показатели могут иметь различную размерность, а также выполнение условия $0 \leq Q(j) \leq 1$, которое необходимо для корректности соотношения (2.3).

Подход обеспечивает вероятностную интерпретацию неясности о предпочтительности одних показателей эффективности по отношению к другим. При этом для определения коэффициентов A_i относительной важности частных показателей эффективности предлагается использовать принцип максимума энтропии.

Целесообразность применения принципа энтропии обусловлена тем, что имеющаяся на ранних стадиях оценки информация не позволяет:

- определить точное значение относительной важности того или иного показателя эффективности во всех возможных условиях управления информационным обменом между РСЦ;

- точно определить закон распределения вероятностей относительной важности частных показателей.

Поэтому из всех возможных вариантов закона распределения вероятностей значений коэффициентов важности необходимо выбрать наиболее устойчивый. Таким вариантом является закон распределения, характеризующийся максимальным значением измеряемой энтропией неопределенности, оставшейся после использования всей объективной информации доступной ЛППР. Указанный вид закона распределения вероятностей основывается на минимуме домыслов. Следовательно, он является наиболее объективным в соответствующей информационной ситуации.

При решении задач управления информационным обменом между РСЦ, практические возможности анализа рассматриваемых весовых коэффициентов A_i ограничиваются их парным сравнением. Поэтому установлены некоторые линейные отношения порядка на множестве $A = \{A_i\}$ рассматриваемых коэффициентов. При моделировании комплексных показателей эффективности управления информационным обменом между РСЦ задача определения численных значений величин A_i заключается в установлении способа преобразования предпочтений,

заданных в виде сформированных отношений порядка, в соответствующие точечные оценки.

Удобным способом такого преобразования является использование метода Фишберна для априорного получения точечных оценок вероятностей событий.

Если различные характеристики каждого варианта управления информационным обменом между РСЦ равноправны, то обладающим максимумом энтропии, т. е. наиболее устойчивым в условиях неопределенности, является равномерное распределение. С учетом этого величины A_i определяются по формуле:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^J S_i(j)}{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J S_i(j)}. \quad (2.7)$$

При установлении для элементов множества $A = \{A_i\}$ простого линейного отношения порядка $A_1 \geq A_2 \geq \dots \geq A_I$ весовые коэффициенты A_i рассчитываются по формуле:

$$A_i = \frac{2(I - i + 1)}{I(I + 1)}. \quad (2.8)$$

При установлении для элементов множества $A = \{A_i\}$ строгого отношения порядка $A_1 > A_2 > \dots > A_I$, весовые коэффициенты A_i рассчитываются по формуле:

$$A_i = \frac{I - i + 2}{I2^i}. \quad (2.9)$$

При установлении для элементов множества $A = \{A_i\}$ усиленного линейного отношения порядка $A_i \geq \sum_{n=i+1}^I A_n$ в качестве точечных оценок величин весовых коэффициентов могут быть приняты значения:

$$A_i = \frac{2^{I-i}}{2^I - 1}. \quad (2.10)$$

Формирование комплексных показателей эффективности управления информационным обменом между РСЦ основано на приведении совокупности част-

ных показателей к единой шкале и установлении отношений порядка для их важности. Особенностью подхода является вероятностная интерпретация нечеткости представлений о предпочтительности одних показателей эффективности по отношению к другим. В основу определения относительной важности частных показателей положен принцип максимума энтропии, обеспечивающий определенную объективность результатам оценки с учетом неопределенности информации на ранних стадиях планирования. Объективность достигается использованием закона распределения, характеризующийся максимальным значением измеряемой энтропией неопределенности. Указанный вид закона распределения вероятностей основывается на минимуме домыслов.

Подход опубликован в издании, рекомендованном ВАК РФ [96], имеет новизну, что подтверждается патентом Российской Федерации на изобретение [86].

2.3 Модель оценки эффективности информационного обмена между РСЦ

Эффективность информационного обмена $\mathcal{E}_1(t)$ между РСЦ оценивается приращением за счет оперативности (информационного обмена), вероятности наиболее полного информационного обеспечения реализации возможностей ЛПР для достижения целей в целом. Информационный обмен проявляется во влиянии его оперативности между РСЦ на оперативность координации деятельности ЛПР, результативного выполнения приоритетных проектов и программ [99].

Исходные данные:

- множество РСЦ различных уровней управления – U ;
- мощность (число элементов) множества U – N_u ;
- номер РСЦ из множества U – n_u ;
- множество задач, решаемых подведомственным n_u -му РСЦ, в интересах в достижения цели в целом – Ξ ;
- номер задачи из множества Ξ – χ ;

– время формирования и доведения от k -го до n_u -го РСЦ информации, необходимой для полной реализации возможностей n_u -го РСЦ при решении χ -й задачи – $\tau_{kn_u}^{\chi*}$;

– приращение за счет объективных и субъективных факторов и проведения мероприятий противодействия указанным факторам, времени формирования и доведения от k -го до n_u -го РСЦ информации, необходимой для полной реализации возможностей n_u -го РСЦ при решении χ -й задачи – $T_{kn_u}^{\chi}$;

– идентификатор (порядковый номер) объективного или субъективного факторов, влияющих на информационный обмен между РСЦ – r_u ;

– случайная величина, отражающая количество объективных и (или) субъективных факторов за время информационного обмена между k -м и n_u -м РСЦ – $R_{kn_u}^{\chi}$;

– случайная величина, характеризующая время противодействия r_u -м факторам при информационном обмене между k -м и n_u -м РСЦ – $\xi_{kn_u}^{\chi}(r_u)$;

– характеристическая функция величины $T_{kn_u}^{\chi} - \varphi_{kn_u}^{\chi}$;

– характеристическая функция величин $\xi_{kn_u}^{\chi}(r_u) - \hat{\varphi}_{kn_u}^{\chi}$;

– g – максимально допустимое значение разности временного интервала между допустимым временем $t_{n_u\chi}$ цикла управления и временем формирования и доведения от k -го до n_u -го РСЦ информации $\tau_{kn_u}^{\chi*}$;

– вероятность события – P_{r_u} , состоящего в том, что $R_{kn_u}^{\chi} = r_u$.

Ограничения и допущения: $n_u = 1, 2, \dots, N_u, k \neq n_u, \chi = 1, 2, \dots, \Xi$.

Выходные результаты: $\Theta_1(t) = P_{kn_u}^{\chi}(g \leq t_{n_u\chi} - \tau_{kn_u}^{\chi*})$.

Моделирующий алгоритм оценки эффективности информационного обмена между РСЦ представлен на рисунке 2.2.

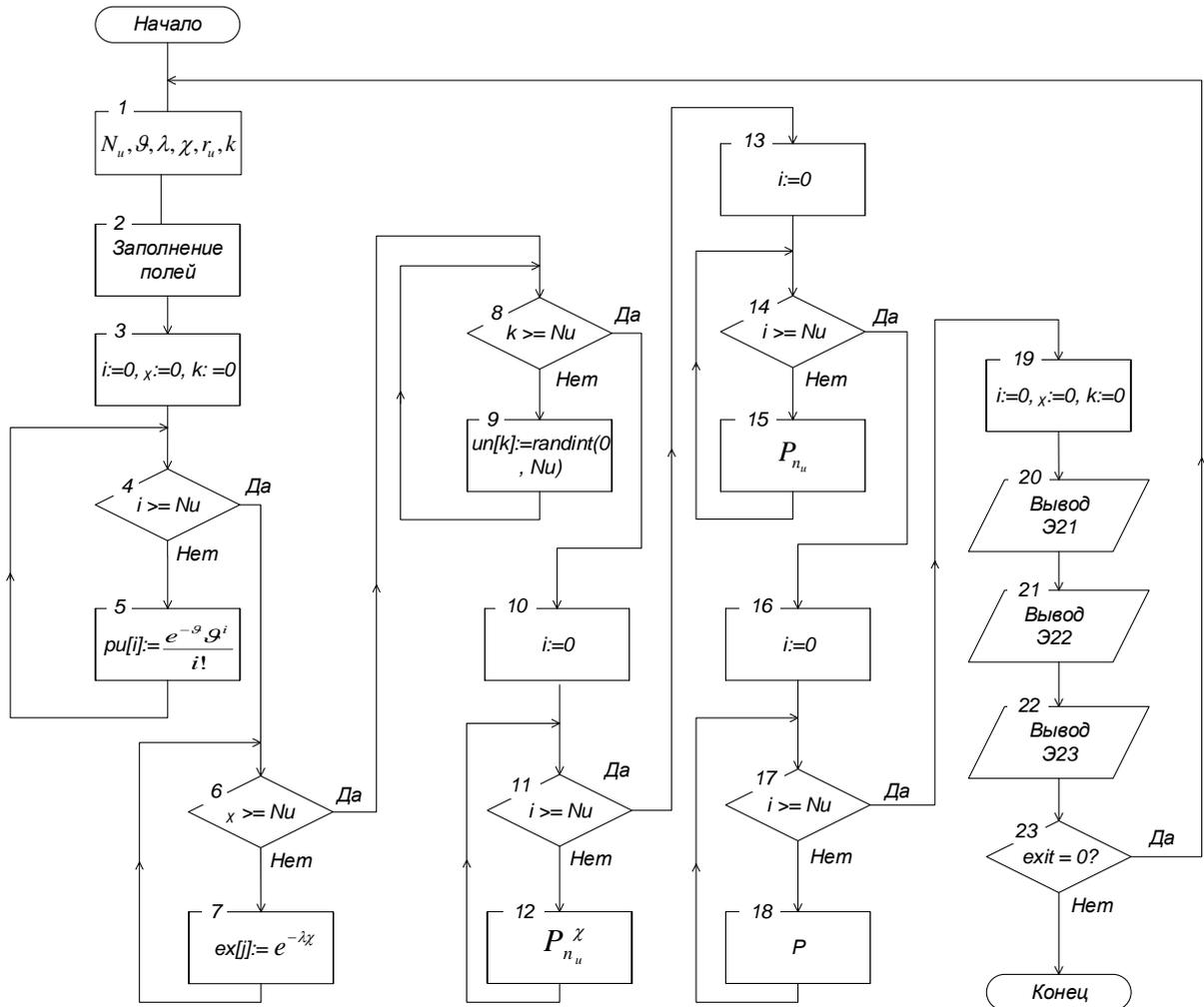


Рисунок 2.2 – Моделирующий алгоритм оценки эффективности информационного обмена между РСЦ

В части информационного обмена основной характеристикой каждого n_u -го РСЦ является допустимое время $t_{n_u\chi}$ цикла управления при выполнении χ -й задачи. Величина $t_{n_u\chi}$ представляет собой время формирования и доведения одного управленческого решения по выполнению χ -й задачи, не снижающее степень реализации возможностей ресурсов подведомственного n_u -му РСЦ для достижения цели в целом. Для каждого k -го РСЦ информационный обмен с n_u -м РСЦ при выполнении χ -й задачи характеризуется временем $\tau_{kn_u}^\chi$ формирования и доведения до n_u -го РСЦ информации, необходимой для полной реализации возможностей ресурсов n_u -го РСЦ при решении указанной задачи.

Величина $\tau_{kn_u}^\chi$ определяется соотношением:

$$\tau_{kn_u}^\chi = \tau_{kn_u}^{\chi*} + T_{kn_u}^\chi, k. \quad (2.11)$$

Информационный обмен должен обеспечивать достижение цели управления, тогда $\tau_{kn_u}^{\chi*} < t_{n_u\chi}$.

Для полной реализации возможностей n_u -го РСЦ при решении χ -й задачи, время $\tau_{kn_u}^\chi$ формирования и доведения до него необходимой информации от k -го РСЦ должно удовлетворять условию:

$$\tau_{kn_u}^\chi < t_{n_u\chi}, k. \quad (2.12)$$

Оценка выполнимости этого условия опирается на определение величины $T_{kn_u}^\chi$. С учетом того, что объективные и субъективные факторы и время противодействия каждому из них случайны, величина $T_{kn_u}^\chi$ является случайной и определяется следующим образом:

$$T_{kn_u}^\chi = \sum_{r=0}^{R_{kn_u}^\chi} \xi_{kn_u}^\chi(r_u). \quad (2.13)$$

Время, затрачиваемое на противодействие объективным и (или) субъективным факторам в рамках одного цикла управления между k -м и n_u -м РСЦ, является случайной величиной, равной сумме случайного количества случайных величин, характеризующих времена противодействия каждого из факторов.

Если величины $\xi_{kn_u}^\chi(r_u)$ независимы, одинаково распределены и не зависят от $R_{kn_u}^\chi$, тогда для построения функции распределения случайной величины $T_{kn_u}^\chi$ можно воспользоваться математическим аппаратом характеристических функций. На основе мультипликативного свойства характеристических функций функция $\varphi_{kn_u}^\chi$ представляется в виде:

$$\varphi_{kn_u}^\chi = \sum_{r_u=0}^{\infty} p_{r_u} [\hat{\varphi}_{kn_u}^\chi(t)]^{r_u}. \quad (2.14)$$

На основании формулы обращения, соотношение для плотности распределения случайной величины $T_{kn_u}^\chi$ может быть представлено в виде:

$$f_{kn_u}^\chi(g) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-i\chi g} \sum_{r_u=0}^{\infty} p_{r_u} [\hat{\phi}_{kn_u}^\chi(t)]^{r_u} dt. \quad (2.15)$$

Вследствие конечности величин в соотношении (2.15) можно заменить порядок суммирования и интегрирования:

$$f_{kn_u}^\chi(g) = \frac{1}{2\pi} \sum_{r_u=0}^{\infty} p_{r_u} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-i\chi g} [\hat{\phi}_{kn_u}^\chi(t)]^{r_u} dt. \quad (2.16)$$

На основе мультипликативного свойства характеристической функции и теоремы единственности выражение (2.16) принимает вид:

$$f_{kn_u}^\chi(g) = \sum_{r_u=0}^{\infty} p_{r_u} f_{kn_u}^\chi(g, r_u), \quad (2.17)$$

где $f_{kn_u}^\chi(g, r_u)$ – функция плотности распределения суммы r_u случайных величин

$$\xi_{kn_u}^\chi(r_u), r_u = 1, 2, \dots$$

В условиях объективных и субъективных факторов вероятность $P_{kn_u}^\chi(g \leq t_{n_u\chi} - \tau_{kn_u}^{\chi*})$ своевременного формирования и доведения от k -го до n_u -го РСЦ, необходимой для успешного решения χ -й задачи, определяется соотношением:

$$P_{kn_u}^\chi(g \leq t_{n_u\chi} - \tau_{kn_u}^{\chi*}) = \sum_{r_u=0}^{\infty} p_{r_u} \int_0^{t_{n_u\chi} - \tau_{kn_u}^{\chi*}} f_{kn_u}^\chi(g, r_u) dg. \quad (2.18)$$

Если поток объективных и субъективных факторов подчиняется закону Пуассона со средним значением \mathcal{G} , а время противодействия распределено по экспоненциальному закону с параметром λ , используя мультипликативные свойства характеристических функций и теоремы единственности, своевременное формирование и доведение от k -го до n_u -го РСЦ информации $-P_{kn_u}^\chi(g \leq t_{n_u\chi} - \tau_{kn_u}^{\chi*})$, то соотношение (2.18) принимает вид:

$$P_{kn_u}^\chi (g \leq t_{n_u\chi} - \tau_{kn_u}^{\chi*}) = \sum_{r_u=0}^{\infty} \frac{e^{-g} g^{n_u}}{n_u!} \int_0^{t_{n_u\chi} - \tau_{kn_u}^{\chi*}} \frac{(\lambda g)^{n_u-1} e^{-\lambda g}}{\lambda \Gamma(n)} dg, \quad (2.19)$$

где $\Gamma(n)$ – гамма-функция.

Эффективность информационного обмена $\Xi_1(t)$ между РСЦ определяется через вероятность информационной обеспеченности между k -м и n_u -м РСЦ в интересах достижения цели в целом.

Каждый n_u -й РСЦ в полной мере реализует свои возможности для достижения цели, если все взаимодействующие с ним РСЦ обеспечат своевременное формирование и доведение до него необходимой информации, а в целом цель достигается, если все РСЦ при решении каждой задачи в полной мере реализуют свои возможности. Если события, состоящие в реализации возможностей взаимодействующих РСЦ при решении каждой из задач независимы, то эффективность управления информационным обменом между РСЦ определяется с помощью мультипликативной свертки:

$$P_{n_u}^\chi = \prod_{k=1, k \neq n_u}^{N_u} P_{kn_u}^\chi (g \leq t_{n_u\chi} - \tau_{kn_u}^{\chi*}), \quad (2.20)$$

$$P_{n_u} = \prod_{\chi=1}^{\Xi} P_{n_u}^\chi, \quad (2.21)$$

$$P = \prod_{n_u=1}^{N_u} P_{n_u}, \quad (2.22)$$

где $P_{n_u}^\chi$ – вероятность информационной обеспеченности для полной реализации возможностей n_u -го РСЦ при решении χ -й задачи в интересах достижения цели в целом;

P_{n_u} – вероятность информационной обеспеченности для полной реализации возможностей n -го РСЦ при решении всех задач – Ξ в интересах достижения цели в целом;

P – вероятность информационной обеспеченности для достижения цели в целом.

Примеры зависимостей вероятности информационной обеспеченности от интенсивности потоков объективных и субъективных факторов – ϑ и противодействия – λ представлены на рисунках 2.3-2.6.

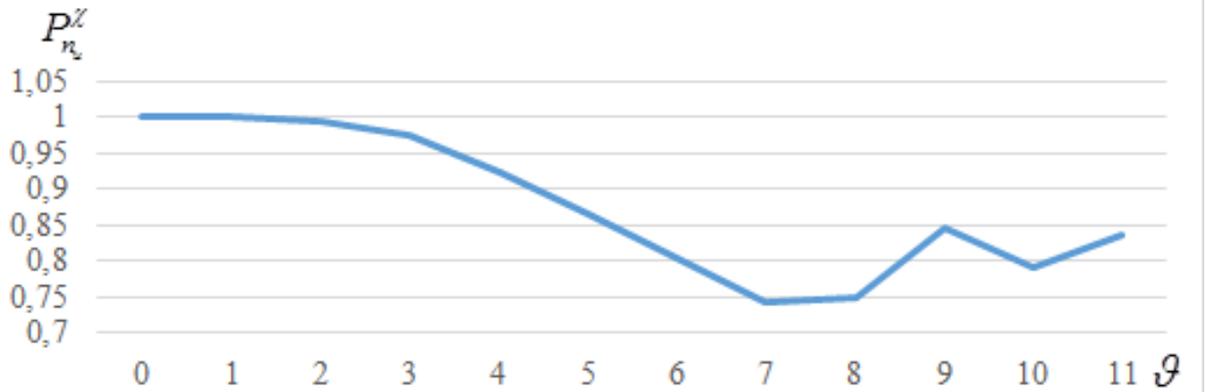


Рисунок 2.3 – Зависимость вероятности информационной обеспеченности от интенсивности потоков объективных и субъективных факторов – ϑ

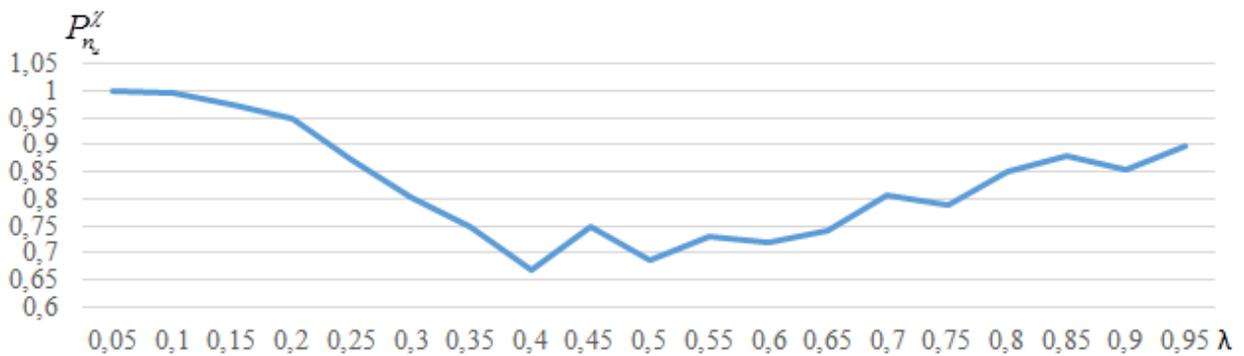


Рисунок 2.4 – Зависимость вероятности информационной обеспеченности от потока противодействия – λ

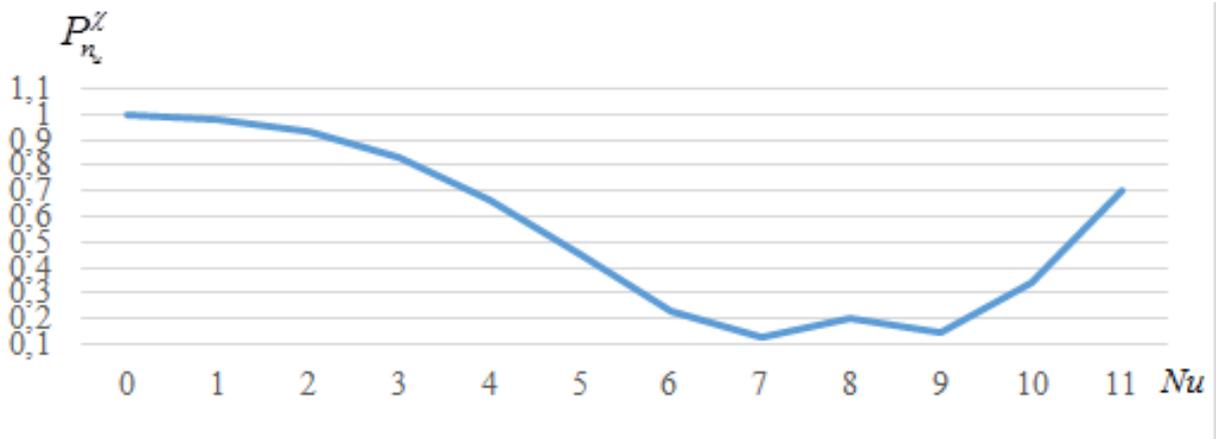


Рисунок 2.5 – Зависимость вероятности информационной обеспеченности от количества РСЦ – N_u

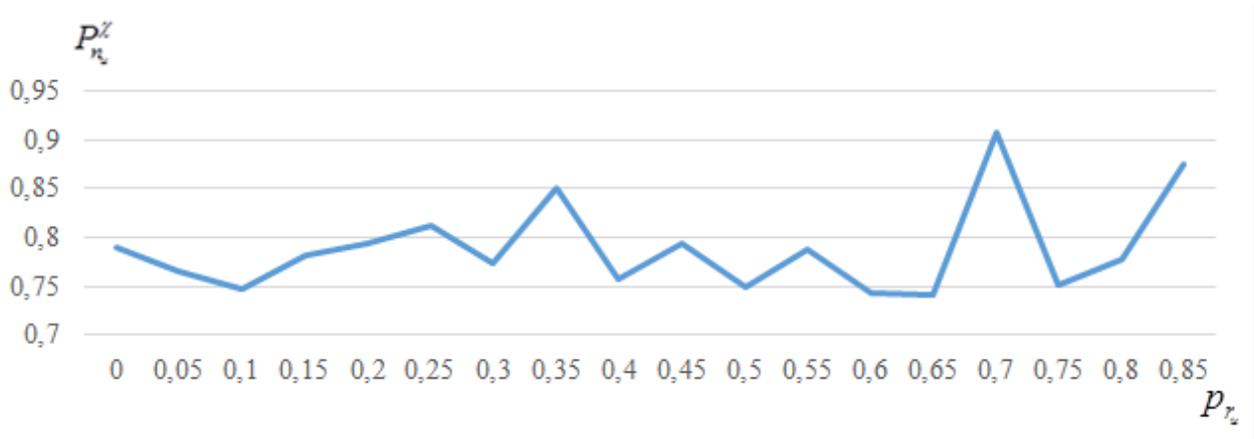


Рисунок 2.6 – Зависимость вероятности информационной обеспеченности от вероятности события – P_{r_u} .

Модель реализована в виде программы для ЭВМ [69] и апробирована на научной конференции [99].

2.4 Модель оценки эффективности комплексного использования информационных ресурсов

В основу подхода положено представление процесса информационного обмена между РСЦ в виде процесса решения ряда задач управления, введение частных показателей эффективности для этих задач и формирование на основе их свертки обобщенного показателя эффективности комплексного использования информационных ресурсов. При этом эффективность представляется как степень реализации потенциальных возможностей имеющихся информационных ресурсов для достижения целей информационного обмена между РСЦ. Количественная мера степени этого соответствия представляется в виде пунктов вероятностной шкалы эффективности [95].

Отображение, которое ставит в соответствие каждому результату применения информационных ресурсов, пункт выбранной шкалы эффективности, является показателем эффективности. Конструктивное представление этого отображения, прежде всего, связано с четким определением целей информационного обмена между РСЦ. Одна из целей информационного обмена заключается в макси-

мально возможном, при имеющихся информационных ресурсах снижении возможного ущерба РСЦ в условиях объективных и субъективных факторов. Результаты достижения указанной цели носят недетерминированный характер. Их априорное определение при формировании решений по управлению комплексным применением информационных ресурсов между РСЦ опирается на теоретико-вероятностное прогнозирование.

Исходные данные:

- показатель снижения ущерба РСЦ в результате выполнения χ -й задачи – $w_\chi(R_\chi)$;
- информационные ресурсы, выделенные для выполнения χ -й задачи – R_χ ;
- количество задач, обеспечивающих достижение цели – Ξ ;
- количество разнородных (текстовая, графическая, аудио-, видео- и другая информация) информационных ресурсов, учитываемых при оценке эффективности – N ;
- объем разнородных информационных ресурсов n -го типа, выделенных для решения задач – R_n ;
- показатели, характеризующие объемы информационных ресурсов n -го типа, выделенных для выполнения χ -й задачи – $r_{n\chi}$;
- количество частных целей объективных и субъективных факторов, срыв достижения которых обеспечивает достижение цели χ -й задачи – N_χ ;
- выделенные для противодействия достижению n_χ -й частной цели, информационные ресурсы – R_{n_χ} .

Ограничения и допущения:

$$\chi = 1, 2, \dots, \Xi; \sum_{\chi=1}^{\Xi} r_{n\chi} \leq R_n; n_\chi = 1, 2, \dots, N_\chi; g_{n_\chi}^\chi(R_{n_\chi}) \geq 0.$$

Выходные результаты: $\mathcal{E}_2(t)$

Снижение ущерба – F , наносимого РСЦ в условиях объективных и субъективных факторов, обеспечивается выполнением отдельных χ -задач, носит слу-

чайный характер, и результат его прогнозирования представляется функцией от результатов выполнения каждой χ -задачи:

$$F = F[w_\chi(R_\chi)], \quad (2.23)$$

R_χ представляется в виде матрицы:

$$R_\chi = \|r_{n\chi}\|, \quad (2.24)$$

компоненты которой отражают объемы информационных ресурсов n -го типа, выделенных для выполнения χ -й задачи.

При $\sum_{\chi=1}^{\Xi} r_{n\chi} \leq R_n$, общий объем разнородных информационных ресурсов,

выделенных для решения задач, может быть представлен матрицей $R = \|R_n\|$.

Цель управления комплексным применением информационных ресурсов заключается в максимизации выражения (2.23), при установленных ограничениях на виды и объемы выделяемых информационных ресурсов. Степень использования возможностей этих ресурсов для достижения цели (эффективность их применения – $\mathcal{E}_2(t)$) определяется следующим образом:

$$\mathcal{E}_2(t) = \frac{F[w_\chi(R_\chi)]}{\max_R F[w_\chi(R_\chi)]}. \quad (2.25)$$

Соотношение (2.25) характеризует общую структуру показателя эффективности комплексного применения информационных ресурсов. Его знаменатель при фиксированных видах и объемах информационных ресурсов является для каждого цикла управления постоянной величиной. В интересах сравнения различных вариантов комплексного применения рассматриваемых информационных ресурсов достаточно вычислять соответствующие им значения числителя рассматриваемого соотношения, то есть – значения функции (2.23).

Построение показателей эффективности комплексного применения информационных ресурсов заключается в конструктивном представлении функции (2.23). Ее конструктивное представление связано с решением двух задач:

1. Определение показателя снижения ущерба в результате противодействия

выполнению определенных задач в условиях объективных и субъективных факторов, то есть конструктивное представление величин $w_\chi(R_\chi)$.

2. Определение снижения ущерба в условиях объективных и субъективных факторов в целом, то есть конструктивное представление функции D .

В связи с этим рассмотрим возможные подходы к решению каждой из указанных задач.

Снижение ущерба в результате противодействия выполнению определенной задачи представляется вектором:

$$w_\chi(R_\chi) = \{g_1^\chi(R_{\chi 1}), g_2^\chi(R_{\chi 2}), \dots, g_{N_\chi}^\chi(R_{\chi N_\chi})\}, \quad (2.26)$$

где $g_{n_\chi}^\chi(R_{\chi n_\chi})$ – степень снижения достижения n_χ -й частной цели при решении χ -й задачи.

Представление снижения ущерба в результате противодействия выполнению определенной задачи в виде вектора (2.26) корректно, если частные цели являются независимыми. При этом величины $g_{n_\chi}^\chi(R_{\chi n_\chi}) \geq 0$ в (2.26) определяются как отношения величин снижения за счет противодействия, результатов факторов, не зависящих от человека к их планируемому значениям:

$$g_{n_\chi}^\chi(R_{\chi n_\chi}) = \begin{cases} \frac{D_{n_\chi}^\chi - d_{n_\chi}^\chi(R_{\chi n_\chi})}{D_{n_\chi}^\chi}, & \frac{D_{n_\chi}^\chi - d_{n_\chi}^\chi(R_{\chi n_\chi})}{D_{n_\chi}^\chi} < 1; \\ 1, & \frac{D_{n_\chi}^\chi - d_{n_\chi}^\chi(R_{\chi n_\chi})}{D_{n_\chi}^\chi} \geq 1 \end{cases}, \quad (2.27)$$

где $d_{n_\chi}^\chi(R_{\chi n_\chi})$ – достигнутое в условиях противодействия значение n_χ -го показателя при решении χ -й задачи;

$D_{n_\chi}^\chi(R_{\chi n_\chi})$ – планируемое значение n_χ -го показателя при решении χ -й задачи.

Противодействие достижению целей в условиях объективных и субъективных факторов обеспечивается привлекаемыми информационными ресурсами. Оно организуется в виде участия этих ресурсов в выполнении задач. В формализован-

ном виде результат их участия проявляется в снижении степени достижения частных целей, то есть в увеличении компонент $g_{n_\chi}^\chi(R_{\chi^{n_\chi}})$ вектора (2.26).

При фиксированных значениях планируемых показателей $D_{n_\chi}^\chi$, такое увеличение обеспечивается уменьшением значений показателей $d_{n_\chi}^\chi(R_{\chi^{n_\chi}})$, достигнутых в ходе решаемой задачи.

Физический смысл и планируемые значения $D_{n_\chi}^\chi(R_{\chi^{n_\chi}})$, указанных показателей определяются спецификой соответствующих задач, а их достигаемые значения априори – на основе моделей применения информационных ресурсов, а апостериори – на основе реальных измерений.

При этом модель позволяет учитывать синергетический эффект применения рассматриваемых ресурсов. Для учета синергетического эффекта целесообразно:

- в качестве частных целей, составляющих вектор (2.14), выделить цели, противодействие которым осуществляется ресурсами одного РСЦ;
- привлекаемые для выполнения каждой χ -й задачи информационные ресурсы разделить на группы ресурсов каждого из РСЦ;
- определить вероятность $p_{n_\chi}^\chi(R_{\chi^{n_\chi}})$ достижения каждой n_χ -й цели χ -й задачи выделенным для ее достижения количеством $R_{\chi^{n_\chi}}$ ресурсов для каждого РСЦ;
- установить взаимосвязь частных целей.

В результате решения первой из этих задач количество N_χ компонент вектора (2.14) будет равным количеству РСЦ, ресурсы которых привлекаются к выполнению χ -й задачи.

Разделение ресурсов заключается в интерпретации каждой из величин $R_{\chi^{n_\chi}}$, как количества ресурсов каждого РСЦ, выделенных на χ -ю задачу.

Вероятности $p_{n_\chi}^\chi(R_{\chi^{n_\chi}})$ достижения каждой из целей определяются соотношением, аналогичным (2.27) применительно к привлекаемым ресурсам соответствующего РСЦ.

$$p_{n_\chi}^\chi(R_{\chi n_\chi}) = \begin{cases} \frac{D_{n_\chi}^\chi - d_n^\chi(R_{\chi n_\chi})}{D_{n_\chi}^\chi}, & \frac{D_{n_\chi}^\chi - d_n^\chi(R_{\chi n_\chi})}{D_{n_\chi}^\chi} < 1; \\ 1, & \frac{D_{n_\chi}^\chi - d_n^\chi(R_{\chi n_\chi})}{D_{n_\chi}^\chi} \geq 1 \end{cases}. \quad (2.28)$$

Взаимосвязь частных целей при выполнении каждой χ -й задачи представляется в виде матрицы:

$$P_\chi = \left\| p_{n_\chi m}^\chi \right\|, \quad (2.29)$$

где $p_{n_\chi m}^\chi$ – условная вероятность достижения n_χ -й цели χ -й задачи при достижении ее m -й цели. Очевидно, что:

$$p_{n_\chi m}^\chi = p_{n_\chi}^\chi(R_{\chi n_\chi}), \quad \text{при } n_\chi = m, \quad \forall (n_\chi, m = 1, 2, \dots, N_\chi, \quad \chi = 1, 2, \dots, \Xi) \quad (2.30)$$

Величины $p_{n_\chi m}^\chi$ в (2.29) при $n_\chi \neq m$ могут определяться на основе экспертного подхода или соответствующих методик, определяемых спецификой соответствующих задач.

С учетом (2.29), (2.30), компоненты вектора (2.26), могут быть определены на основе соотношения:

$$g_{n_\chi}^\chi(R_{\chi n_\chi}) = 1 - \prod_{m=1}^{N_\chi} (1 - p_{n_\chi m}^\chi). \quad (2.31)$$

Соотношение (2.31) обеспечивает учет в показателе (2.26) синергетический эффект комплексного применения РСЦ привлекаемых к выполнению рассматриваемых задач. Однако сам показатель (2.26) является векторным, что не позволяет однозначно сравнивать предотвращенные в ходе решаемых задач ущербы. Для такого сравнения необходимо скаляризовать указанный показатель. Из (2.27), (2.29), компоненты вектора (2.26), соответствующего χ -й задаче, удовлетворяют условию:

$$g_{n_\chi}^\chi(R_{\chi n_\chi}) < 1, \quad (2.32)$$

поэтому скаляризация показателя (2.26) осуществляется по формуле:

$$w_{\chi}^*(R_{\chi}) = -\sum_{n_{\chi}=1}^{N_{\chi}} \ln[1 - g_{n_{\chi}}^{\chi}(R_{\chi})], \quad (2.33)$$

где $w_{\chi}^*(R_{\chi})$ – показатель, характеризующий снижение ущерба в результате противодействия в ходе решения χ -й задачи, при выделении для его осуществления R_{χ} информационных ресурсов различных РСЦ.

С учетом (2.33) снижение ущерба в условиях объективных и субъективных факторов можно представить в виде вектора:

$$F(R) = \{w_1^*(R_1), w_2^*(R_2), \dots, w_{\Xi}^*(R_{\Xi})\}. \quad (2.34)$$

Соответственно скаляр $F^*(R)$, характеризующий снижение ущерба, определяется по формуле:

$$F^*(R) = \sum_{\chi=1}^{\Xi} A_{\chi} w_{\chi}^*(R_{\chi}), \quad (2.35)$$

где A_{χ} – весовой коэффициент χ -й задачи в комплексе задач, решаемых в интересах РСЦ, определяется по формулам (2.7-2.10).

Модель реализована в виде программы для ЭВМ [70] (рисунки 2.7-2.9).

Программа позволяет моделировать топологию определенного количества РСЦ и связей между ними, при этом формируется матрица смежности.

Основным показателем информационного потока между РСЦ являются производственные возможности каждого РСЦ (количество потоков сообщений за один цикл управления). Оператору необходимо определить исходные данные для моделирования:

- весовой коэффициент для каждого РСЦ (зависит от важности РСЦ в определенный момент времени);
- степень снижения достижения частной цели РСЦ ((зависит от важности РСЦ в определенный момент времени);
- максимально возможную степень достижения частной цели (определяется для всех РСЦ).

Программа определяет степень снижения ущерба при использовании информационных ресурсов для каждого РСЦ с учетом коэффициента важности РСЦ и производственных возможностей РСЦ (выполнения определенного количества технологических операций в единицу времени) (формула 2.35). Кроме того программа определяет степень использования возможностей информационных ресурсов для каждого РСЦ (формула 2.25).

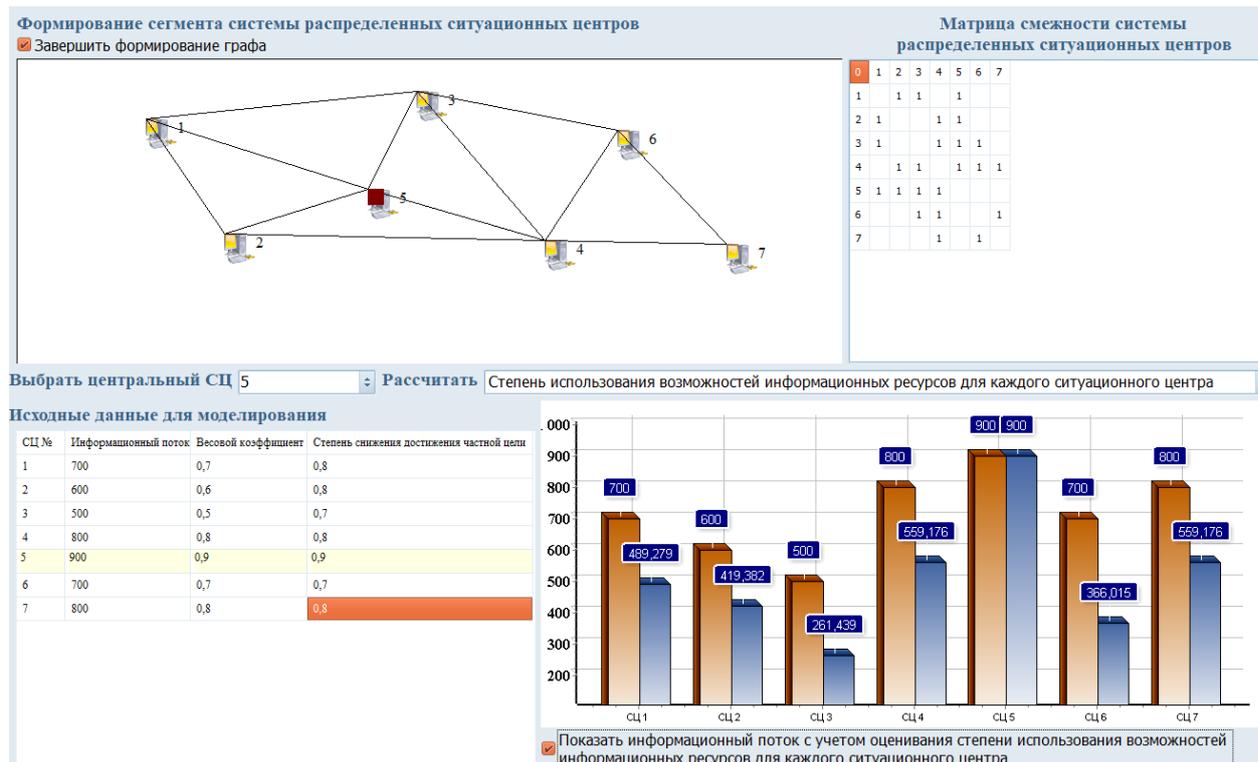


Рисунок 2.7 – Результаты моделирования сегмента РСЦ при семи РСЦ (РСЦ №5 – главный)

В приведенном примере сегмент РСЦ включает семь СЦ, причем РСЦ №5 является главным (осуществляется выполнение дополнительных технологических операций по прибытии ЛПР высшего уровня в определенный регион). Весовые коэффициенты для каждого РСЦ разные – от 0,5 до 0,9 (у главного РСЦ – 0,9).

Степень снижения достижения частных целей каждого РСЦ не менее 0,7 (у главного РСЦ – 0,9). Эффективность перераспределения ресурсов в интересах главного РСЦ достигается степенью достижения цели равной 0,9.

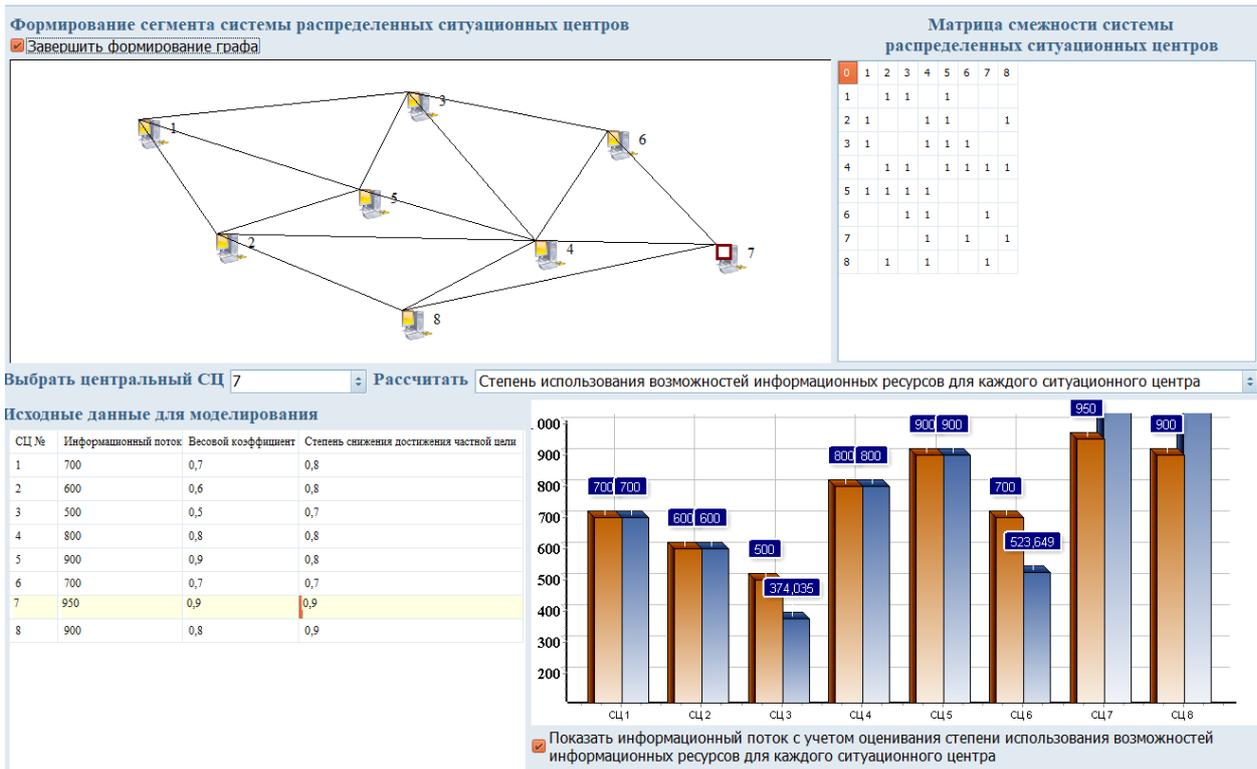


Рисунок 2.8 – Результаты моделирования сегмента РСЦ при восьми РСЦ (РСЦ №7 – главный)

В приведенном примере сегмент РСЦ включает восемь РСЦ, причем РСЦ №7 является главным (осуществляется выполнение дополнительных технологических операций по прибытии ЛПР высшего уровня в определенный регион). Весовые коэффициенты для каждого РСЦ разные – от 0,5 до 0,9 (у главного РСЦ – 0,9).

Степень снижения достижения частных целей каждого РСЦ не менее 0,7 (у главного РСЦ – 0,9). При снижении степени достижения цели для всех РСЦ до 0,8 наблюдается невозможность РСЦ №7 и РСЦ №8 выполнить все технологические операции.

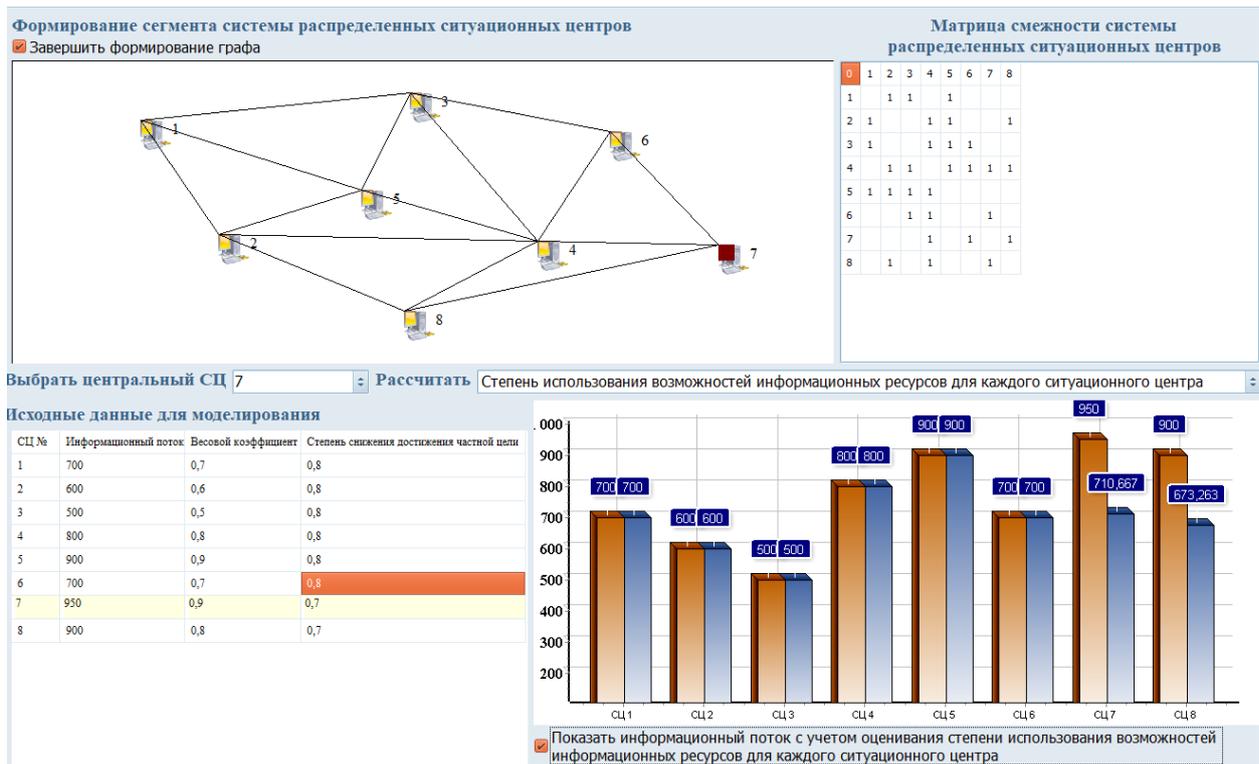


Рисунок 2.9 – Результаты моделирования сегмента РСЦ при восьми РСЦ (РСЦ №7 – главный)

В приведенном примере сегмент РСЦ включает восемь РСЦ, причем РСЦ №7 является главным (осуществляется выполнение дополнительных технологических операций по прибытии ЛПР высшего уровня в определенный регион). Весовые коэффициенты для каждого РСЦ разные – от 0,5 до 0,9 (у главного РСЦ – 0,9).

Эффективность перераспределения ресурсов в интересах главного РСЦ достигается за счет снижения степени снижения достижения частной цели для РСЦ №7 и РСЦ №8 с 0,9 до 0,7 и увеличения степени снижения достижения частной цели для РСЦ №3 и РСЦ №6 с 0,7 до 0,8.

Модель реализована в виде программы для ЭВМ [70] опубликована в изданиях, рекомендованных ВАК РФ [95] и апробирована на Всероссийской НТК [101].

2.5 Модель рационального управления информационным обменом между распределенными ситуационными центрами

При решении задач управления информационным обменом между РСЦ целесообразно использовать принцип выборочности. Принцип выборочности предполагает селекцию передаваемой потребителю информации, не снижая требуемый уровень информационного обмена между РСЦ. Реализует принцип выборочности подсистема планирования и оперативного управления, обеспечивающая деление потока информации на две группы:

- информация с условно низким уровнем риска, в отношении которых не выявлена необходимость применения мер по минимизации рисков;
- информация с условно высоким уровнем риска, в отношении которых выявлена необходимость применения мер по минимизации рисков.

В отношении информации второй группы проводятся соответствующие мероприятия, направленные на минимизацию рисков. Однако проведение этих мероприятий связано со значительными временными и материальными затратами. Ограниченность ресурсов не позволяет проводить соответствующие мероприятия в полном объеме, что может привести к снижению эффективности информационного обмена между РСЦ.

Особенность задачи рационального деления потока информации на две группы состоит в том, что априори не известен объем передаваемых сообщений в условиях объективных и субъективных факторов. Поэтому разделение сообщений на рассматриваемые группы связано с риском некорректного выбора из всего объема информации, той информации, которая необходима потребителю. Некорректность состоит во включении во вторую группу необходимых потребителю информации и оставлении ложной информации, в первой группе. Это ведет к неоправданным затратам.

Процесс моделирования заключается в обеспечении рациональной селекции наиболее важной информации в случае, если блок обработки информации не справляется с ее обработкой (рисунок 2.10) [91].

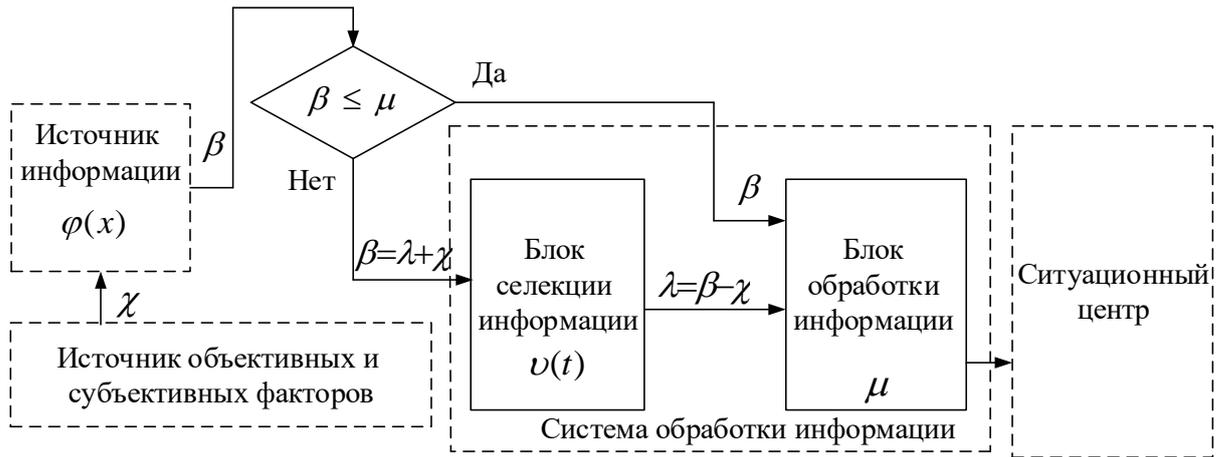


Рисунок 2.10 – Блок-схема модели рационального управления информационным обменом между РСЦ

Источник информации генерирует случайный пуассоновский поток сообщений с интенсивностью β . Этот поток оценивается с точки зрения сравнения с интенсивностью обработки информации $-\mu$. Если блок обработки информации способен обработать весь поток информации (выполняется условие $\beta \leq \mu$), поток поступает на него. В противном случае ($\beta > \mu$), поток сообщений перенаправляется на вход блока селекции информации, который исключает из этого потока мало важную информацию и информацию от источника объективных и субъективных факторов, поступающие с интенсивностью χ . После селекции поток информации с интенсивностью $\lambda = \beta - \chi$ поступает на вход блока обработки информации.

Исходные данные для моделирования:

- параметр, характеризующий важность информации – x ;
- плотность вероятности изменения величины x на отрезке $[x_{\min}, x_{\max}]$ – $\varphi(x)$;
- интенсивность потока информации – β ;
- интенсивность объективных и субъективных факторов – χ ;
- интенсивность обработки информации – μ ;

– параметр управления селекцией, определенный на отрезке $x_{\min} \leq v \leq x_{\max}$ – $v(t)$

Ограничения и допущения:

- $x \geq v(t)$;
- поток информации β и поток важной информации λ , являются простейшими;

Выходные результаты: $\mathcal{E}_3(t) = M(v^*)$; v^* .

Рациональное управление селекцией информации заключается в следующем. Каждая поступающая на РСЦ информация определена значением – x ее важности. Величина x меняется от сообщения к сообщению в соответствии с плотностью вероятности $\varphi(x)$ на отрезке $[x_{\min}, x_{\max}]$.

Определяется множество внутренних состояний РСЦ. Множество внутренних состояний РСЦ и возможных переходов представляют в виде ориентированного графа [48] (рисунок 2.11).

Вершины графа соответствуют возможным состояниям блока селекции информации, а дуги отображают возможные переходы. Вершина графа «0» – блок селекции информации в работоспособном состоянии и не занят обработкой информации, вершина графа «1» – блок селекции информации в работоспособном состоянии и занят обработкой информации, вершина «2» – блок селекции информации в неработоспособном состоянии.

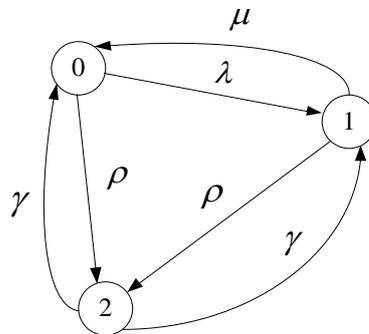


Рисунок 2.11 – Множество внутренних состояний РСЦ и возможных переходов в виде графа

Формируется система уравнений Колмогорова для вероятностей состояний в виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dP_1}{dt} = \lambda P_0 - (\mu + \rho)P_1 + \gamma P_2 \\ \frac{dP_2}{dt} = \rho P_0 + \rho P_1 - 2\gamma P_2 \\ P_0 + P_1 + P_2 = 1 \end{array} \right. . \quad (2.36)$$

Определяется показатель эффективности управления информационным обменом между РСЦ. При этом, блок селекции информации осуществляет отбор поступающей информации, пропуская на обработку только информацию, для которой выполняется условие:

$$x \geq \nu(t), \quad (2.37)$$

где $\nu(t)$ – параметр управления селекцией информацией, определенный на отрезке $x_{\min} \leq \nu \leq x_{\max}$. Так как, важность информации, моменты ее поступления на вход блока селекции информации и состояния РСЦ в момент поступления очередной информации случайны, в качестве показателя эффективности управления информационным обменом между РСЦ целесообразно принять математическое ожидание удовлетворения потребителей важной информацией от обработки информации:

$$M(\nu^*) = x_{\text{cp}}(\nu^*) P_0(\nu, t), \quad (2.38)$$

$$x_{\text{cp}}(\nu) = \int_{\nu}^{x_{\max}} x \varphi(x) dx. \quad (2.39)$$

Определяются оптимальные значения параметра управления селекцией сообщений $\nu^*(t)$. Значения параметра управления селекцией сообщений $\nu^*(t)$ определяется на основе решения следующей задачи:

$$M(\nu^*) = \max_{x_{\min} \leq \nu \leq x_{\max}} P_0(\nu, t) \int_{\nu}^{x_{\max}} x \varphi(x) dx, \quad (2.40)$$

где $P_0(v, t)$ определяется из решения системы уравнений (2.36) с начальными условиями:

$$P_0(v, t) = 1, P_1(v, 0) = 0, P_2(v, 0) = 0 \quad (2.41)$$

Определяются:

$$P_0(v, t) = 1 - \left(\frac{(\gamma - \lambda)\rho}{(\rho + 2\gamma)(\lambda + \mu + \rho)} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu + \rho} \right) \cdot (1 - e^{-(\lambda + \mu + \rho)t}) + \frac{(\gamma + \lambda)\rho}{(\rho + 2\gamma)(\lambda + \mu + \rho) - (\rho + 2\gamma)^2} \cdot (e^{-(\rho + 2\gamma)t} - e^{-(\lambda + \mu + \rho)t}) - \frac{\rho}{\rho + 2\gamma} (1 - e^{-(\rho + 2\gamma)t}) \quad (2.42)$$

Поскольку поток сообщений $-\beta$ на входе блока селекции сообщений является пуассоновским, то и поток сообщений с условно высоким уровнем риска, в отношении которой выявлена необходимость применения мер по минимизации рисков $-\lambda$ в соответствии с теоремой Реньи о разложении также будет пуассоновским, с интенсивностью:

$$\lambda = \beta \cdot \int_v^{x_{\max}} \varphi(x) dx. \quad (2.43)$$

С учетом (2.42) и (2.43) оптимальное значение параметра управления селекцией информации возможно получить, решив задачу нахождения экстремума функции одной переменной:

$$M(v^*, t) = \max_{v^* \leq x_{\max}} \left(\begin{aligned} & 1 - \left(\frac{(\gamma - \beta \int_v^{x_{\max}} \varphi(x) dx) \rho}{(\rho + 2\gamma)(\mu + \rho + \beta \int_v^{x_{\max}} \varphi(x) dx)} + \frac{\beta \int_v^{x_{\max}} \varphi(x) dx}{\mu + \rho + \beta \int_v^{x_{\max}} \varphi(x) dx} \right) \times \\ & \times (1 - e^{-(\mu + \rho + \beta \int_v^{x_{\max}} \varphi(x) dx)t}) + \frac{(\gamma + \beta \int_v^{x_{\max}} \varphi(x) dx) \rho}{(\rho + 2\gamma)(\mu + \rho + \beta \int_v^{x_{\max}} \varphi(x) dx) - (\rho + 2\gamma)} \times \int_v^{x_{\max}} x \varphi(x) dx \\ & \times (e^{-(\rho + 2\gamma)t} - e^{-(\mu + \rho + \beta \int_v^{x_{\max}} \varphi(x) dx)t}) - \frac{\rho}{\rho + 2\gamma} (1 - e^{-(\rho + 2\gamma)t}) \end{aligned} \right) \quad (2.44)$$

Задача (2.44) относится к классу задач нахождения безусловного экстремума функции одной переменной v^* . Результатом решения данной задачи является нахождение величины $v^*(t)$ – критерия рациональной селекции входящего потока информации. В результате на входе блока селекции сообщений формируется поток наиболее важной информации с интенсивностью λ , что повышает эффективность управления информационным обменом между РСЦ.

В установившемся режиме (при $t \rightarrow \infty$) задача (2.44) упрощается и принимает вид:

$$M[v^*] = \max_{x_{\min} \leq v^* \leq x_{\max}} \left\{ 1 - \left[\frac{[\gamma - \beta \int_{v^*}^{x_{\max}} \varphi(x) dx] \rho}{(\rho + 2\gamma)(\beta \int_{v^*}^{x_{\max}} \varphi(x) dx + \mu + \rho)} + \frac{\beta \int_{v^*}^{x_{\max}} \varphi(x) dx}{\beta \int_{v^*}^{x_{\max}} \varphi(x) dx + \mu + \rho} \right] - \frac{\rho}{\rho + 2\gamma} \right\} \int_{v^*}^{x_{\max}} x \varphi(x) dx. \quad (2.44)$$

В интересах конструктивного представления задач (2.44), (2.45) необходимо определить параметры x_{\max} , и функцию $\varphi(x)$. Основу их определения составляют статистические данные о функционировании системы управления рисками в период времени, предшествующий моментам принятия решений о принятии потока информации с условно высоким уровнем риска, в отношении которой выявлена необходимость применения мер по минимизации рисков (вторую группу).

Моделирующий алгоритм решения задач управления процессами информационного обмена представлен на рисунке 2.12.

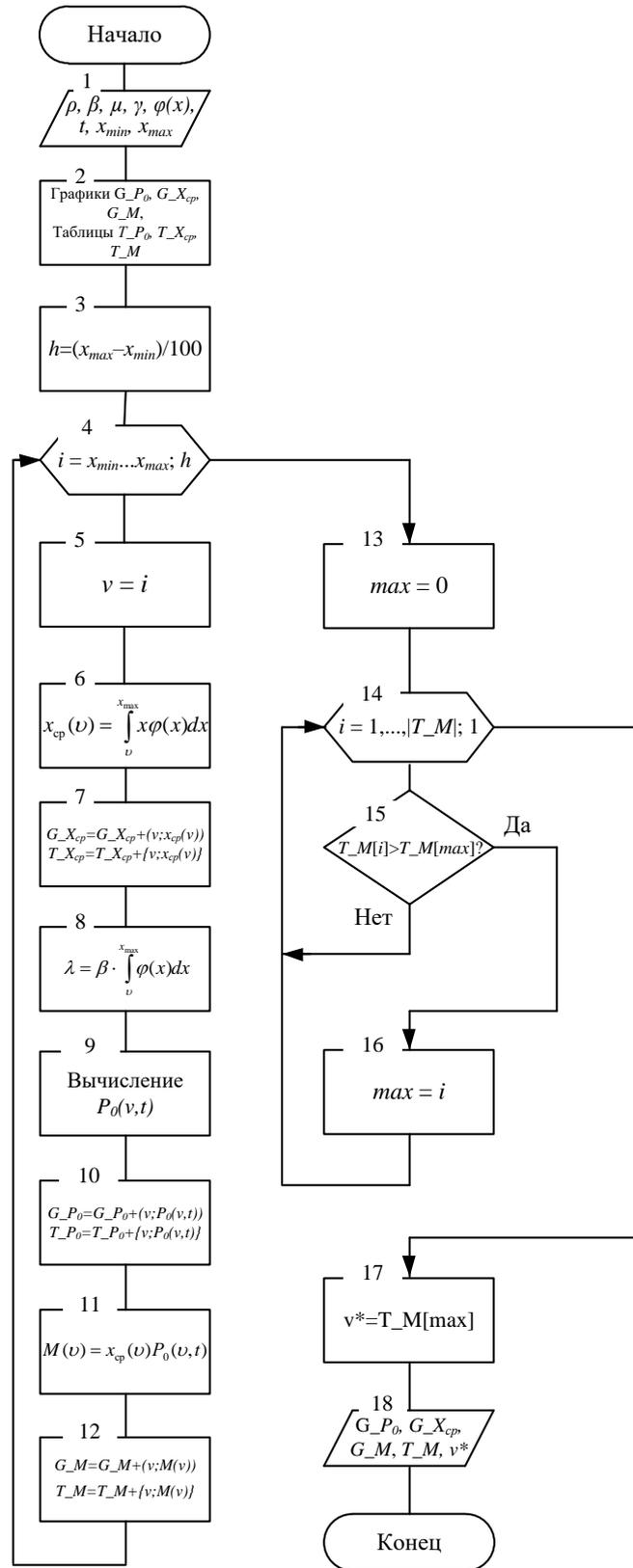


Рисунок 2.12 – Моделирующий алгоритм рационального управления информационным обменом между РСЦ

Основные результаты нахождения критерия рациональной селекции входящего потока информации – $v^*(t)$ представлены на рисунках 2.13-2.17.

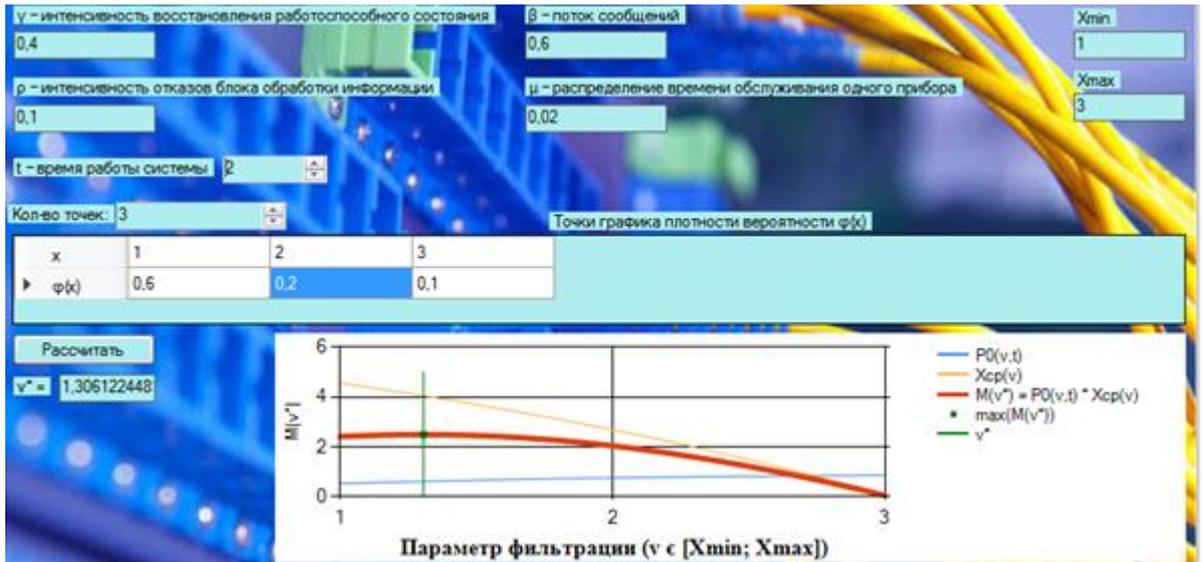


Рисунок 2.13 – Пример нахождения критерия рациональной селекции входящего потока сообщений (время работы равно условному значению – двум)

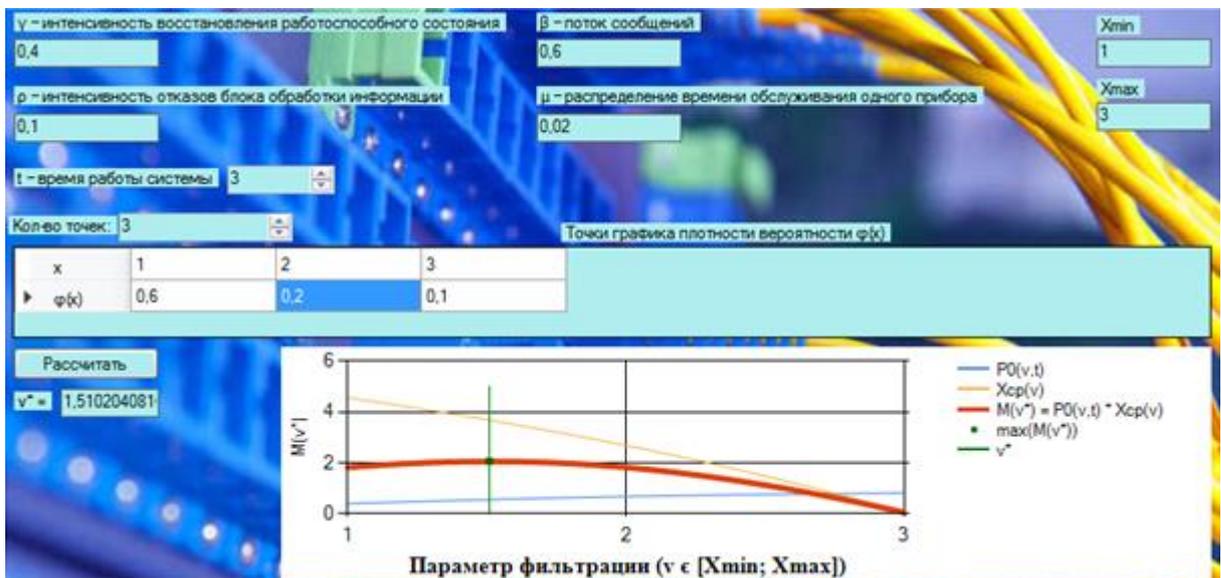


Рисунок 2.14 – Пример нахождения критерия рациональной селекции входящего потока сообщений (время работы равно условному значению – трем)

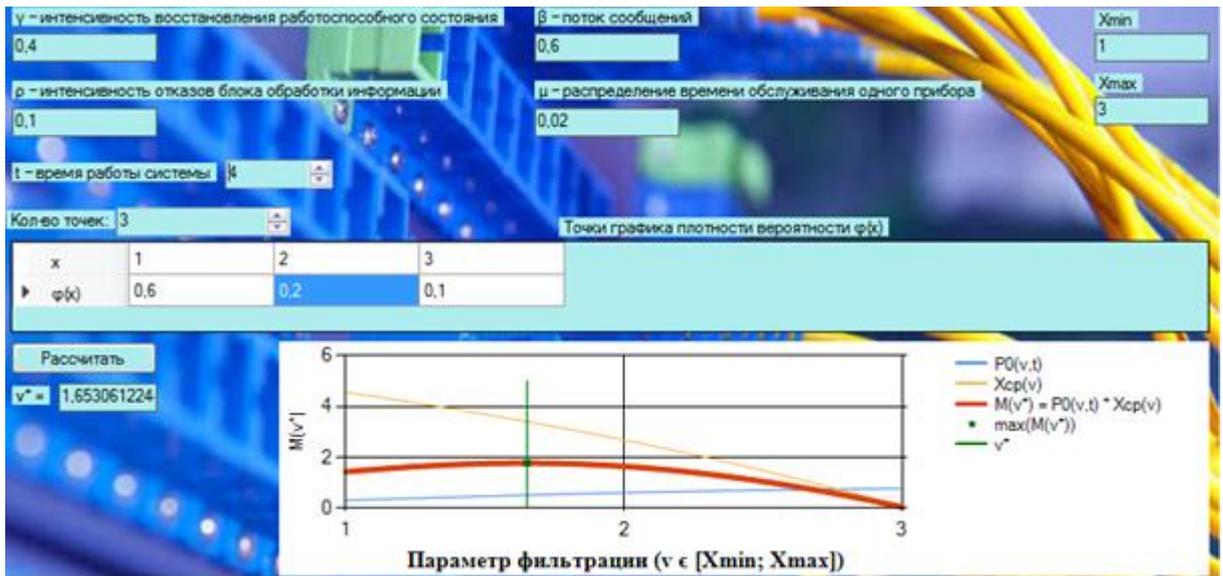


Рисунок 2.15 – Пример нахождения критерия рациональной селекции входящего потока сообщений (время работы равно условному значению – четырем)

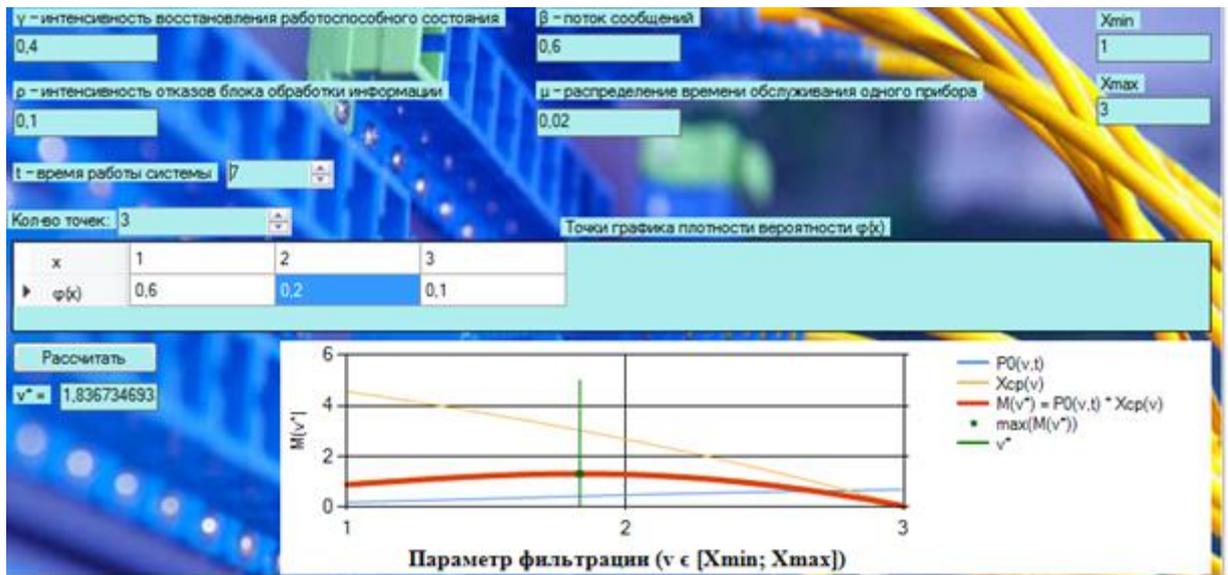


Рисунок 2.16 – Пример нахождения критерия рациональной селекции входящего потока сообщений (время работы равно условному значению – семи)

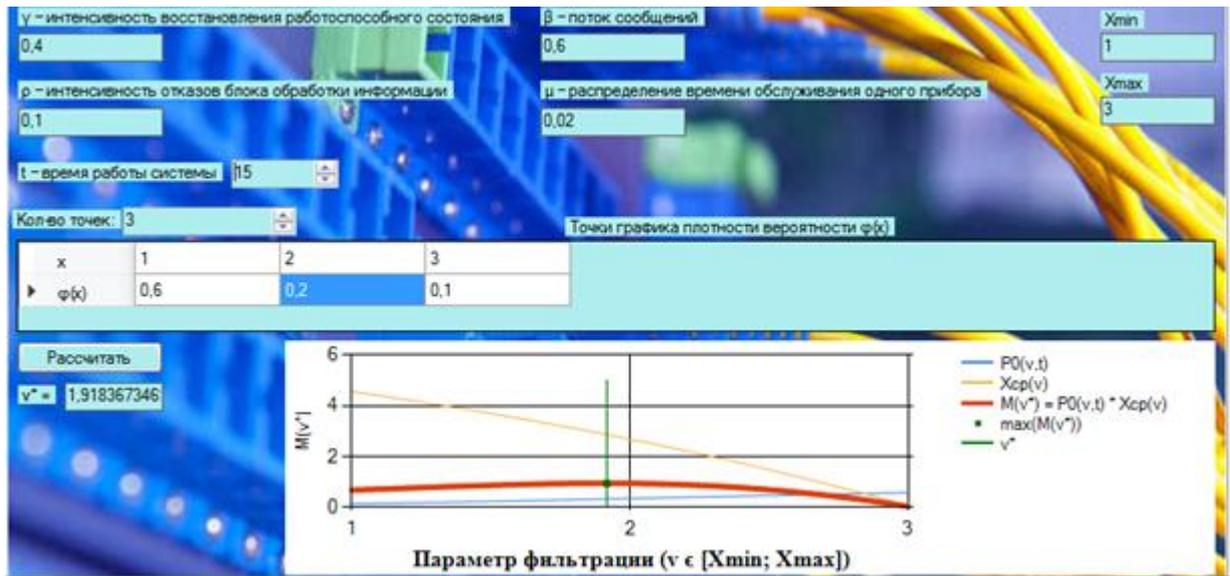


Рисунок 2.17 – Пример нахождения критерия рациональной селекции входящего потока сообщений (время работы равно условному значению – пятнадцати)

Определение функции $\varphi(x)$ осуществляется с использованием алгоритма оценки и выбора РСЦ (п. 3.2).

Порядок определения x_{max} представлен в виде моделирующего алгоритма селекции информации с использованием базы меток (рисунок 2.18).

x_{max} определяется через максимальный объем локальной базы данных меток.

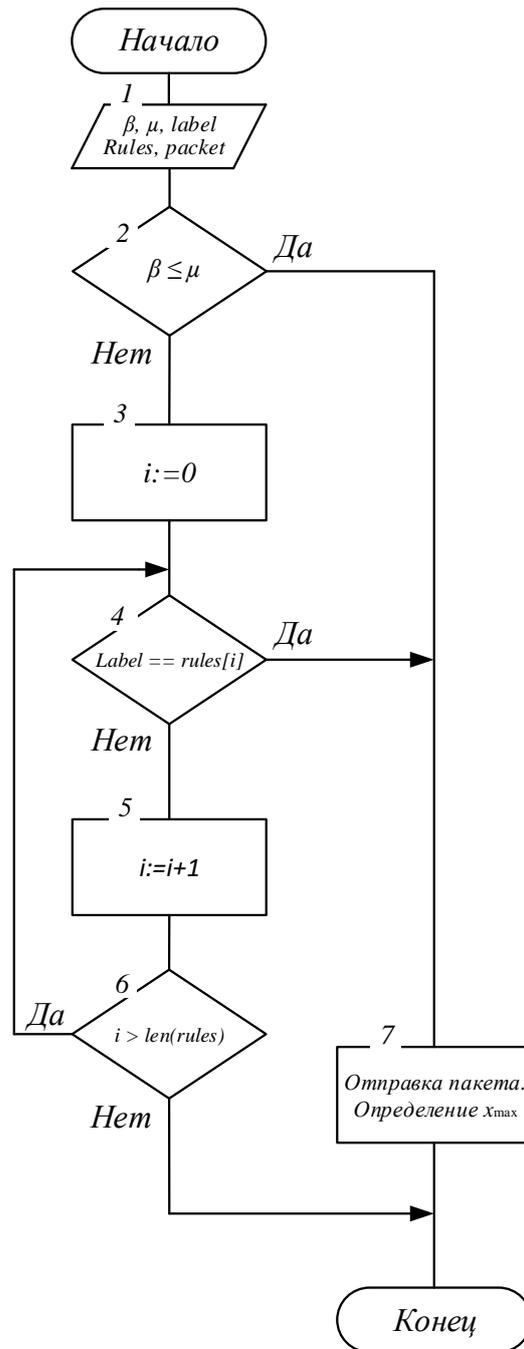


Рисунок 2.18 – Блок-схема моделирующего алгоритма селекции информации с использованием базы меток

Дополнительные исходные данные для моделирования:
 границы отрезка, на котором изменяется важность поступающих сообщений
 – $label$;

значения точек графика плотности вероятности важности поступающей информации (данный график аппроксимируется с использованием полинома Лагранжа) – *Rules*;

график зависимости вероятности нахождения блока селекции информации в работоспособном состоянии (рисунок 2.1) и его готовности к обработке информации от параметра фильтрации – *packet*;

итератор – *i*.

В блоке №1 происходит инициализация переменных: максимальный объем данных, который может обработать блок обработки информации – $\mu[\text{пакет}/\text{с}]$, объема информации от источника информации $\beta[\text{пакет}/\text{с}]$, *label*, *Rules*, *packet*.

В блоке №2 происходит сравнение объема информации от источника информации с максимальным объемом данных, которые может обработать блок обработки информации, если неравенство является верным, то переходят к блоку №8, в противном случае к блоку №3.

В блоке №3 происходит инициализация итератора *i* и формирование локальной базе данных меток.

В блоках № 4-6 происходит поиск метки, содержащейся в пакете и в локальной базе данных меток. В случае совпадения, происходят переход к блоку 7, в противном случае цикл продолжается и если совпадений не будет, то алгоритм завершает свою работу.

В блоке № 7 принятый пакет передается дальше по каналу связи. Определяется параметр x_{\max} . Далее алгоритм завершает свою работу.

Основные результаты селекции информации с использованием базы меток представлены на рисунках 2.19-2.21.

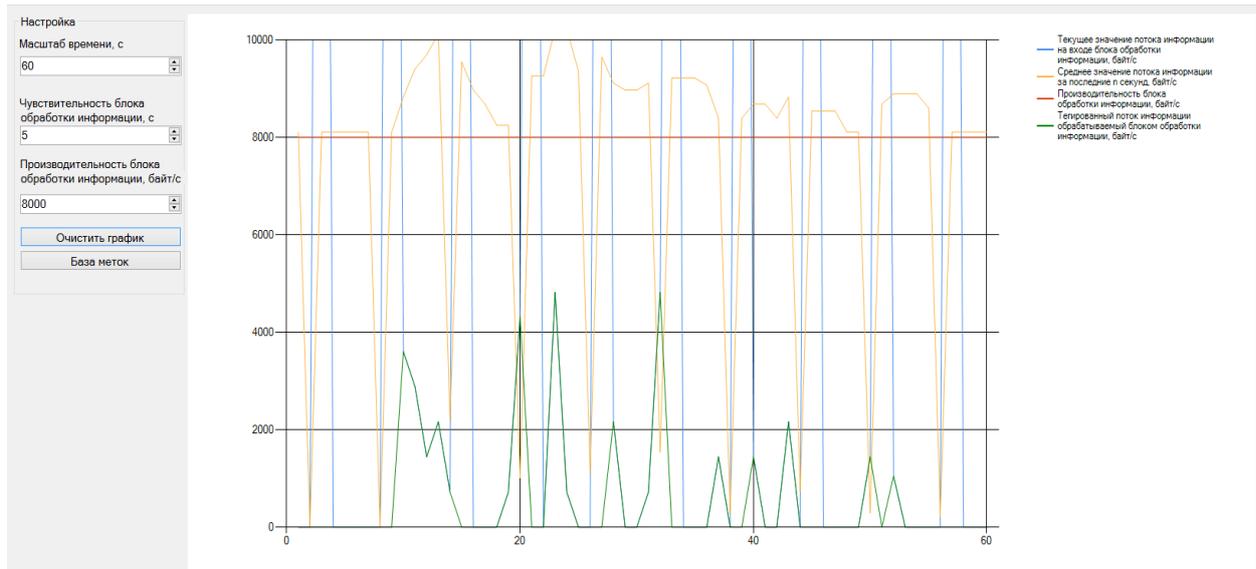


Рисунок 2.19 – Пример превышения информационной нагрузки на РСЦ относительно его производственных возможностей ($label = 8000$)

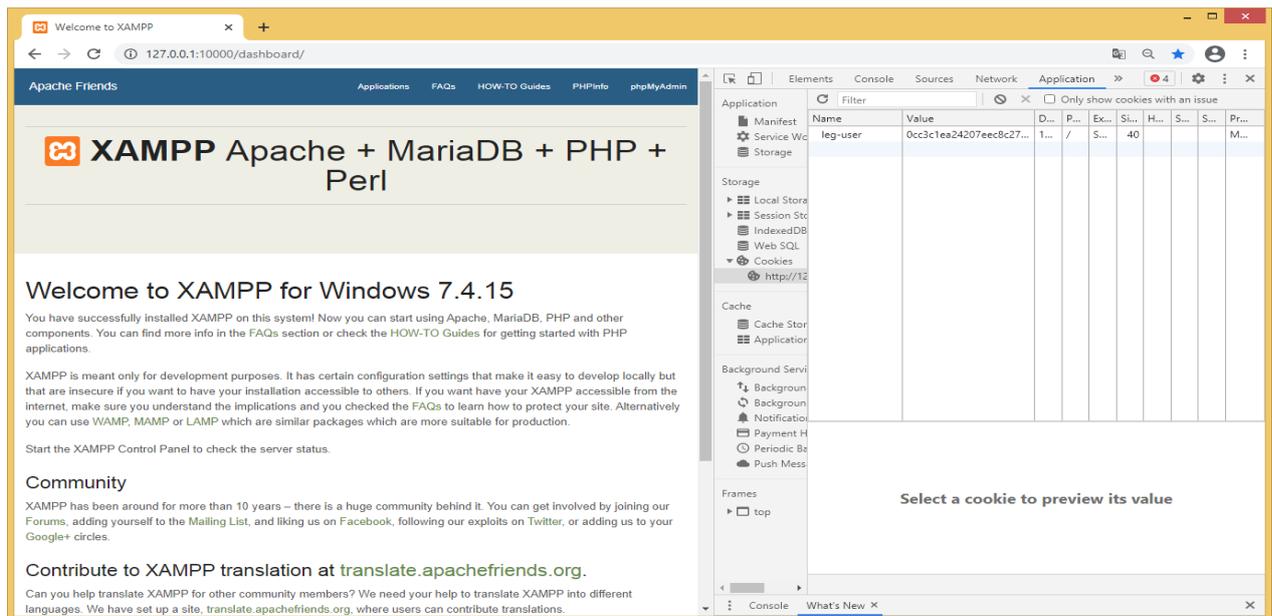


Рисунок 2.20 – Пример получения сообщения (*leg-user*) и сравнения сообщения с базой меток (*0cc3c1ea24207ee8c27...*)

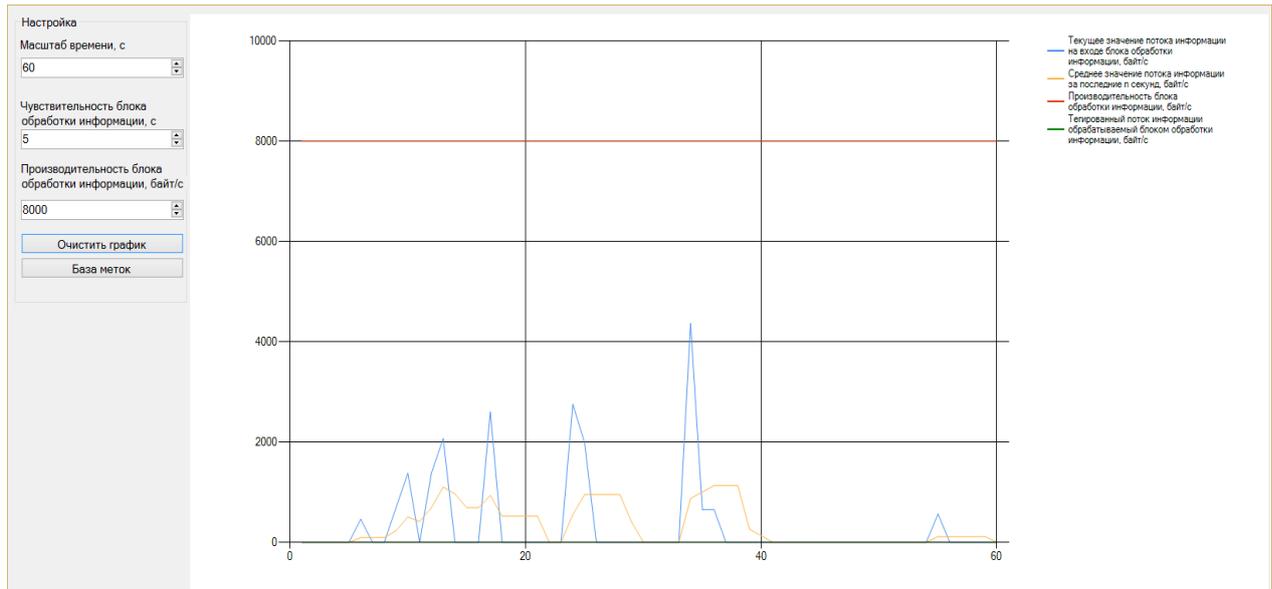


Рисунок 2.21 – Пример обработки важных сообщений с использованием базы меток

Модель опубликована в монографии [91] реализована в виде программы для ЭВМ [72].

2.6 Выводы по второму разделу.

1. Сформулирована постановка задачи на разработку моделей оценок эффективности и рационального управления информационного обмена между РСЦ с целью выявления взаимосвязей показателей эффективности управления с функциями управления с учетом принятых ограничений и допущений.

2. Разработана структура комплекса моделей оценок эффективности и рационального управления информационным обменом между РСЦ, их взаимосвязи с функциями управления и влияние на оперативность управления. Выбраны и обоснованы методы и средства для моделирования, построены математические конструкции с использованием известных механизмов моделирования, сформулированы моделирующие алгоритмы.

3. При моделировании комплексных показателей эффективности управления информационным обменом между РСЦ и критериев их важности использован принцип максимума энтропии, основанный на минимуме домыслов.

4. Модель оценки эффективности информационного обмена между РСЦ, отличающаяся реализацией мультипликативных свойств характеристических функций и теоремы единственности, обеспечивающая интеграцию объективных и субъективных факторов, не зависящих от человека и процессов противодействия этим факторам при информационном обмене между РСЦ.

5. Модель оценки эффективности комплексного использования информационных ресурсов, отличающаяся подходами, предложенными Фишберном для априорного получения оценок вероятностей событий, обеспечивающая динамическое равновесие информационных ресурсов в интересах РСЦ при критическом увеличении на них информационной нагрузки.

6. Модель рационального управления информационным обменом между РСЦ, отличающаяся реализацией нахождения безусловного экстремума функции одной переменной с использованием уравнения Колмогорова и теоремы Реньи о разложении, обеспечивающая необходимый объем пропускной способности важной информации при критическом увеличении информационной нагрузки на РСЦ.

7. Практическая ценность моделей оценки эффективности управления информационным обменом между РСЦ заключается в доведении ряда разработанных моделей до программной реализации и базировании их на техническом решении, на которое получен патент РФ на изобретение.

3 АЛГОРИТМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ

3.1 Постановка задачи на разработку алгоритмов

Техническое состояние и возможности РСЦ непосредственно влияют на эффективность управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ. Цель разработки алгоритмов – возможность прогнозировать состояние и производственные возможности РСЦ. Алгоритмы направлены на реализацию функций управления (контроль состояния и возможностей РСЦ, прогнозирование и выбор РСЦ) и обеспечение оперативности управления в условиях факторов, не зависящих от человека (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Обобщенная схема взаимосвязи моделей и алгоритмов, их влияние на реализацию функций управления и обеспечение оперативности управления

Алгоритмы позволяют оценить и осуществить выбор РСЦ с использованием доминантного закона распределения случайных величин, прогнозировать периодичность контроля состояния РСЦ при их мониторинге.

Оценка и выбор РСЦ осуществляется путем достижения рациональных зависимостей возрастающей информационной нагрузки на определенный РСЦ и возможности РСЦ функционировать в этих условиях. При этом целесообразно использовать доминантные (экстремальные) законы распределения случайных величин (двойной экспоненциальный закон распределения, трехпараметрический закон распределения Вейбулла). В качестве номинального – использовать нормальный закон распределения.

Прогнозирование периодичности контроля состояния РСЦ при их мониторинге осуществляется с использованием различных законов распределения случайной величины путем выбора РСЦ параметры которых не соответствуют требуемым значениям, формирования временных зависимостей изменения состояния для каждого выбранного РСЦ и для всех выбранных РСЦ, определения допустимого уровня изменения состояний РСЦ, определения объема необходимых временных ресурсов для проведения профилактических работ.

Разработка алгоритмов осуществляется в несколько этапов:

- задание требуемых значений показателей состояния РСЦ (п. 1.1.2 таблица № 1.3);
- оценивание состояния информационного обмена между РСЦ;
- сравнение полученных значений с требуемыми;
- получение обоснованного значения состояния информационного обмена между РСЦ.

При разработке алгоритмов необходимо использовать элементы теорий надежности, вероятности и математической статистики.

3.2 Алгоритм оценки и выбора распределенных ситуационных центров с использованием доминантного закона распределения случайных величин

С развитием организационных систем, реализующих структуру РСЦ, усложнением АСУ в социальных и экономических сферах, увеличением доли автоматизации, появляется необходимость в разработке новых и совершенствовании существующих подходов к повышению эффективности управления в организационных системах. Возможность оценки состояния РСЦ в организационных системах на примере информационного обмена между РСЦ, позволяет получить более достоверные оценки эффективности управления.

Особенно эта задача актуальна с точки зрения необходимости доведения различных комплексных решений и дальнейшей их модернизации. Кроме того, система критериев эффективности управления информационным обменом между РСЦ является инструментом подсистемы мониторинга состояния РСЦ и готовности к решению конкретных задач. Наличие и успешная реализация возможностей РСЦ позволит руководителю организовать его эффективную работу, своевременно реагировать на изменения обстановки, контролировать ход выработки решений, планировать и корректировать работу РСЦ при увеличении на РСЦ информационной нагрузки [87].

Работа руководителя РСЦ характеризуется определенной степенью неопределенности исходных данных о прогнозируемой информационной нагрузке на РСЦ и его способности функционировать при увеличении этой нагрузки. Требуемое состояние РСЦ в условиях неопределенности обеспечивается на основе использования традиционных механизмов (обеспечения избыточности за счет резервирования и др.) [36].

Новизна разработанного алгоритма заключается в достижении рациональных зависимостей возрастающей информационной нагрузки на определенные РСЦ и их возможности функционировать в этих условиях.

Алгоритм базируется на использовании известных распределений экстремальных случайных величин, при этом с целью снижения

неопределенности оценивается информационная нагрузка на РСЦ с помощью распределения максимальных случайных величин, а способность (возможность) РСЦ функционировать в условиях увеличения информационной нагрузки – с помощью распределения минимальных случайных величин. В качестве показателя состояния РСЦ выбран показатель – вероятность безотказной работы [33].

На рисунке 3.2 представлена структурная схема алгоритма оценки и выбора РСЦ с использованием доминантного закона распределения случайных величин. Схема представляет собой взаимосвязанные единым замыслом действия, реализованных в виде блоков.

В блоке 1 осуществляется ввод исходных данных: номер РСЦ – i ; уровень РСЦ (высший, федеральный, региональный) – k ; набор независимых параметров информационного обмена между i -ми РСЦ k -го уровня $\bar{X} = \{X_1, \dots, X_n\}$; параметры $X_i, i = 1 \dots n$, обеспечивающие информационную нагрузку – $ИН$; математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение минимальных возможностей РСЦ – m_V, S_V ; математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение максимальной информационной нагрузки – $ИН - m_{ИН}, S_{ИН}$; требуемое значение вероятности безотказной работы – $P_{\text{треб}}$; требуемое количество информационных услуг – $N_{\text{инф.усл}}^{\text{треб}}$; постоянная Эйлера – γ .

В блоке 2 моделируется процесс информационного обмена между РСЦ (п. 2.3 диссертации). При этом, поведение каждого выбираемого РСЦ во времени описывается случайным процессом перехода из работоспособного в неработоспособное состояния и обратно, показатели состояния РСЦ носят вероятностно-временной характер.

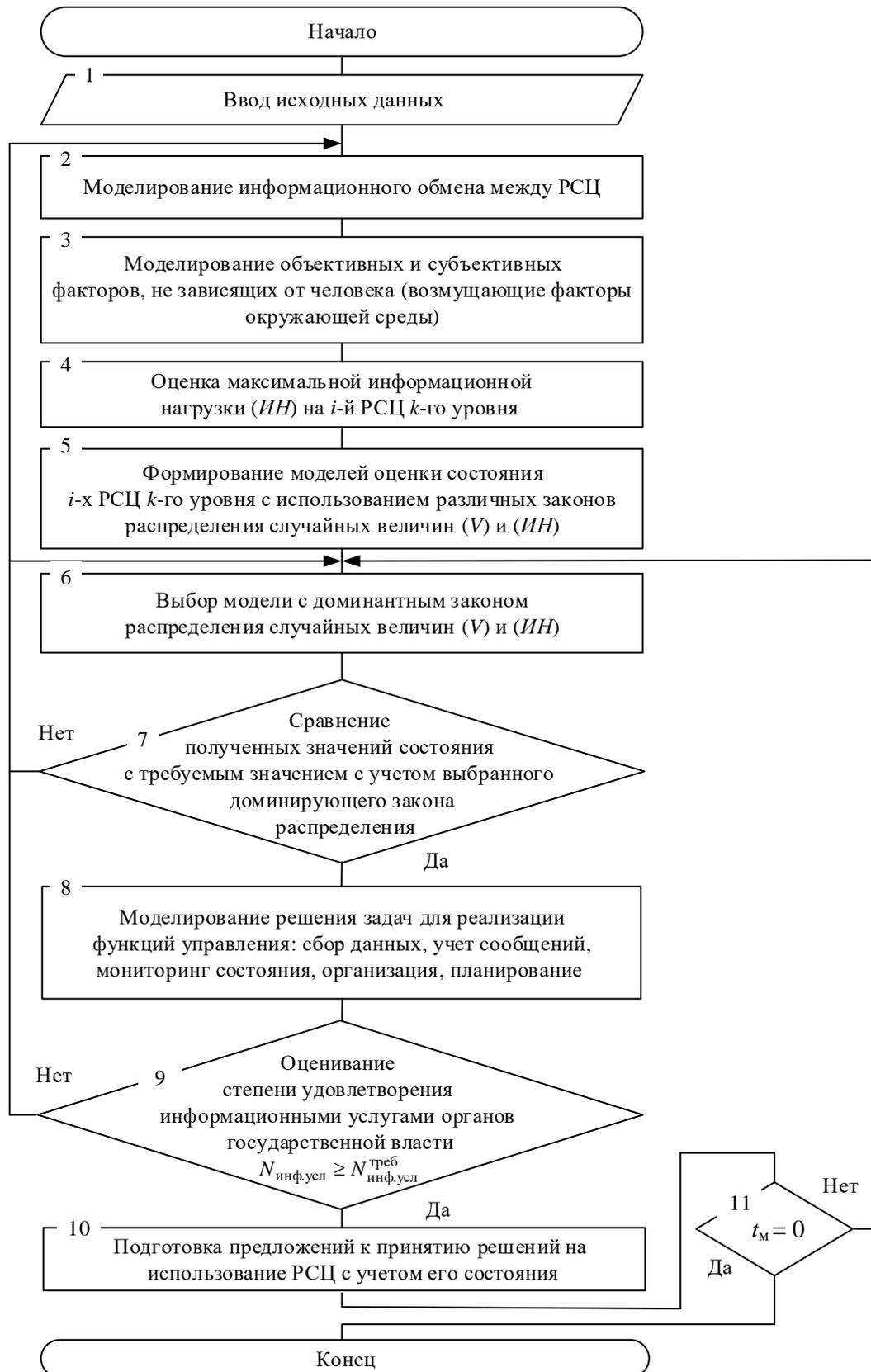


Рисунок 3.2 – Структурная схема алгоритма оценки и выбора РСЦ с использованием доминантного закона распределения случайных величин

Каждый выбираемый РСЦ подчиняется своему закону распределения характеристик показателей состояния. Одним из основных показателей состояния РСЦ является вероятность безотказной работы – P [92].

При моделировании оценивания вероятности безотказной работы используются минимальные возможности РСЦ – V и максимально возможная информационная нагрузка на РСЦ – $ИН$. При этом, обеспечивается гарантированная оценка вероятности безотказной работы за счет применения доминирующего из семейства законов распределений максимальных ($ИН$) и минимальных (V) случайных величин. Оценивается функция состояния РСЦ с помощью соотношения:

$$P = \text{Вер}(V - ИН > 0). \quad (3.1)$$

С учетом законов распределения выражение (3.1) преобразовывается к следующему виду:

$$P = \int_0^{\infty} F_{ИН}(x) f_V(x) dx, \quad (3.2)$$

где $F_{ИН}(x)$ – функция распределения максимальной информационной нагрузки на определенный РСЦ;

$f_V(x)$ – плотность распределения минимальных возможностей РСЦ с учетом максимальной информационной нагрузки.

В блоке 3 моделируются объективные и субъективные факторы, не зависящие от человека (возмущающие факторы окружающей среды). Объективные и субъективные факторы проявляются при минимальных возможностях РСЦ. Минимальные возможности (V) РСЦ моделируются при максимальной на него информационной нагрузки. Используется двойной экспоненциальный закон распределения. Для минимальных возможностях РСЦ (V) функция распределения имеет вид:

$$F_V(x) = 1 - e^{-e(\alpha_v(x-u_v))}. \quad (3.3)$$

Плотность распределения минимальных возможностей РСЦ с учетом максимальной информационной нагрузки имеет вид:

$$f_V(x) = \alpha_v e^{\alpha_v(x-u_v)} e^{-e(\alpha_v(x-u_v))}. \quad (3.4)$$

Масштабный параметр – a_V , параметр сдвига – u_V распределения минимальных значений (V) определяются с помощью следующих выражений:

$$a_V = \frac{\pi}{m_V \sqrt{6}}; u_V = m_V - \frac{\gamma}{\alpha_V}. \quad (3.5)$$

В блоке 4 оценивается максимальная информационная нагрузка (ИН) на i -й РСЦ k -го уровня.

При этом, используется двойной экспоненциальный закон распределения. Для наибольших (ИН) значений функция распределения максимальной информационной нагрузки на i -й РСЦ k -го уровня имеет вид:

$$F_{ИН}(x) = 1 - e^{-e(\alpha_{ИН}(x-u_{ИН}))}. \quad (3.6)$$

Плотность распределения максимальной информационной нагрузки (ИН) на i -й РСЦ k -го уровня имеет вид:

$$f_{ИН}(x) = \alpha_{ИН} e^{\alpha_{ИН}(x-u_{ИН})} e^{-e(\alpha_{ИН}(x-u_{ИН}))}. \quad (3.7)$$

Масштабный параметр – $a_{ИН}$, параметр сдвига – $u_{ИН}$ распределения максимальной информационной нагрузки (ИН) на i -й РСЦ k -го уровня определяются с помощью следующих выражений:

$$a_{ИН} = \frac{\pi}{m_{ИН} \sqrt{6}}; u_{ИН} = m_{ИН} - \frac{\gamma}{\alpha_{ИН}}. \quad (3.8)$$

В блоке 5 формируются модели оценки состояния i -х РСЦ k -го уровня с использованием различных законов распределения случайных величин (V) и (ИН).

Первая модель формируется по следующему правилу. Зависимость для наименьших возможностей (V) значений плотности распределения величины (3.4) и наибольших (ИН) значений функции распределения информационной нагрузки (3.6). С использованием формулы (3.2) вероятность безотказной работы (P_1) СЦ определяется по формуле [51-53, 58, 108]:

$$P_1 = \int_0^{\infty} e^{-e(-\alpha_{ИН}(x-u_{ИН}))} \alpha_V e^{\alpha_V(x-u_V)} e^{-e(\alpha_V(x-u_V))} dx. \quad (3.9)$$

Вторая модель формируется по следующему правилу. Для случайных величин информационной нагрузки (ИН) используется распределение наибольших значений, для случайных величин возможностей i -х РСЦ k -го уровня при максимальной информационной нагрузке (V) – распределения наименьших значений.

Вероятность безотказной работы определяется по формуле [46, 51-53, 87, 108]:

$$P_2 = \int_0^{\infty} e^{-y} e^{-e[\frac{S_{ИН}}{S_V} \ln y + (\frac{m_{ИН} - m_V}{S_V})]} dy. \quad (3.10)$$

Третья модель формируется по следующему правилу. Для случайных величин информационной нагрузки (ИН) используется распределение наибольших значений с использованием трехпараметрического закона распределения Вейбулла, для случайных величин возможностей i -х РСЦ k -го уровня (V) – распределения наименьших значений.

Вероятность безотказной работы определяется по формуле [46, 51-53, 87, 108]:

$$P_3 = \int_0^{\infty} e^{-y} e^{-[\frac{S_V}{\sigma_0} \ln y + (\frac{m_V - x_0}{\sigma_0})]^\alpha} dy. \quad (3.11)$$

В качестве альтернативного сформулированным соотношениям для представленных математических моделей автором выбран нормальный закон распределения случайных величин информационной нагрузки (ИН) и случайных величин возможности i -х РСЦ k -го уровня функционировать в условиях увеличения информационной нагрузки (V).

Вероятность безотказной работы определяется по формуле:

$$P_4 = F\left(\frac{m_V - m_{ИН}}{\sqrt{S_V^2 + S_{ИН}^2}}\right). \quad (3.12)$$

В блоке 6 выбирается модель с доминантным законом распределения случайных величин (V) и (ИН). Выбор осуществляется способом сравнения с использованием показателя состояния i -х РСЦ k -го уровня – вероятности безотказной ра-

боты. Сравнение показателя P_4 осуществляют по зависимости (3.12) и показателей $P_1 - P_3$, соответственно, по зависимостям (3.9), (3.10) и (3.11).

При проведении исследований получены зависимости относительных величин $\Delta P_i = \frac{P_4 - P_i}{P_4}$, $i = 1..3$ от коэффициента, характеризующего зависимость (V) и (ИН) $\eta = \frac{m_V}{m_{ИН}}$ при двух значениях коэффициентов вариации равным 0,2 и 0,3.

В блоке 7 сравниваются полученные значения вероятностей безотказной работы с требуемым значением с учетом выбранного доминантного закона распределения случайных величин (V) и (ИН). Если полученное значение (P) соответствует требуемому значению ($P_{\text{треб}}$) (законы распределения выбраны правильно), то осуществляется переход к блоку 8. Если полученное значение (P) не соответствует требуемому ($P_{\text{треб}}$) (закон распределения выбран неправильно), то осуществляется переход к блоку 6, где выбирают модель с другим законом распределения случайных величин (V) и (ИН) с учетом объективных и субъективных факторов, не зависящих от человека.

В блоке 8 моделируются основные процессы управления: сбор данных, учет сообщений, мониторинг состояния, организация, планирование и оперативное управление информационным обменом между РСЦ.

В блоке 9 оценивается степень удовлетворения информационными услугами ОГВ – $N_{\text{инф.усл}} \geq N_{\text{инф.усл}}^{\text{треб}}$. В случае, если ОГВ не удовлетворены требуемым набором информационных услуг, осуществляется возврат к блоку 2, где происходит моделирование информационного обмена (выбирается другой механизм управления, например - перераспределение информационных ресурсов).

Если ОГВ удовлетворены требуемым набором информационных услуг, то переходят к блоку 10, где формируются выходные данные, и затем к блоку 11, где производят остановку процесса моделирования.

Исследованные законы распределения экстремальных значений случайных величин позволяют говорить о сдержанных результатах по сравнению с

альтернативным законом распределения, что обеспечивает требуемое состояние i -х РСЦ k -го уровня в условиях увеличения информационной нагрузки. Необходимо отметить, что наиболее существенные отличия в оценках состояния по сравнению с нормальным законом распределения информационной нагрузки и способности i -х РСЦ k -го уровня наблюдаются при коэффициенте $\eta \leq 2$. При этом двойной экспоненциальный закон распределения информационной нагрузки и возможности i -х РСЦ k -го уровня (первая модель) даёт наиболее пессимистические результаты, закон распределения экстремальных случайных величин (вторая модель) – наиболее оптимистические результаты. С точки зрения итогового результата третья модель (для случайной величины распределения наибольших значений (трехпараметрический закон распределения Вейбулла, для случайной величины распределения наименьших значений) даёт промежуточные значения состояния. Особенность полученных функций с использованием второй математической модели, основанной на законе распределения экстремальных случайных величин информационной нагрузки (ИН) и способности РСЦ функционировать в условиях увеличения информационной нагрузки (V) заключается в неоднозначности полученного эффекта (просматривается выпуклость функции, а затем вогнутость функции) (рисунок 3.3).

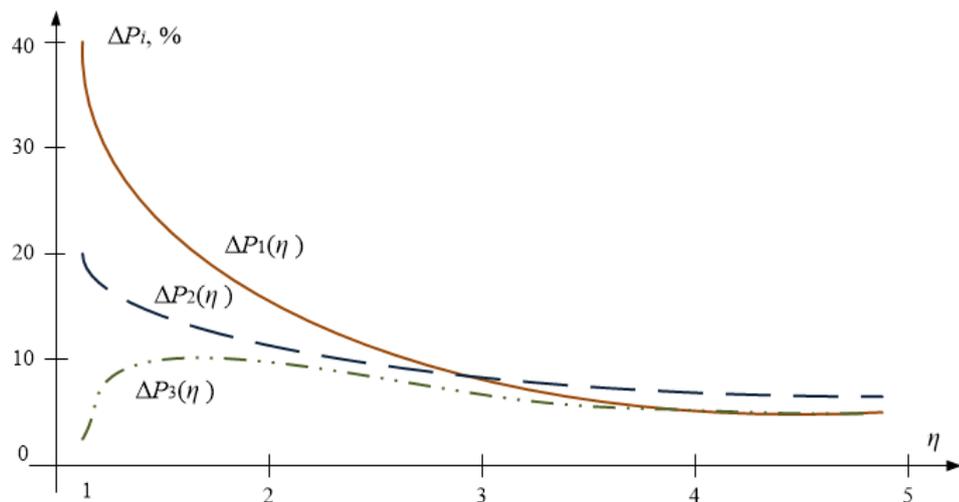


Рисунок 3.3 – Зависимости относительных величин ΔP_i , $i = 1..3$ от коэффициента, характеризующего зависимость (V) и (ИН) $\eta = \frac{m_V}{m_{ИН}}$ при значении коэффициента вариации равным 0,3

В целом, уровень доступности представления необходимой информации ОГВ обеспечивается требуемым состоянием i -х РСЦ k -го уровня, то есть достижением рационального соотношения между возрастающей информационной нагрузкой на i -е РСЦ k -го уровня и их способности функционировать в этих условиях. Алгоритм позволяет осуществлять подбор рационального варианта использования законов распределения случайных величин при моделировании оценки состояния i -х РСЦ k -го уровня в условиях возрастающей на них информационной нагрузки с учетом возможностей РСЦ функционировать в этих условиях. При оценке состояния используется максимально возможная информационная нагрузка на i -е РСЦ k -го уровня (ИН) и их минимальная возможность функционировать при увеличении максимальной нагрузки (V).

Алгоритм опубликован в издании, рекомендованном ВАК РФ [92], имеет новизну, что подтверждается патентом РФ на изобретение [87].

3.3 Алгоритм прогнозирования периодичности контроля состояния распределенных ситуационных центров

Влияние объективных и субъективных факторов на состояние РСЦ предполагает наличие возможных отрицательных последствий [94]. С целью устранения этих последствий и сохранения работоспособного состояния РСЦ, необходимо их восстанавливать. Критичным показателем, при этом, является периодичность контроля РСЦ и необходимый временной ресурс при проведении контроля состояния РСЦ [97].

Новизна разработанного алгоритма заключается в возможности исследования процессов изменения состояния РСЦ, прогнозирования времени приведения в неработоспособное состояние РСЦ, определения времени восстановления РСЦ с учетом прогноза и оценивания эффекта временного ресурса, получаемого при проведении указанных мероприятий [98]. Алгоритм представлен в виде структурной схемы прогнозирования периодичности контроля состояния РСЦ на рисунке 3.4.

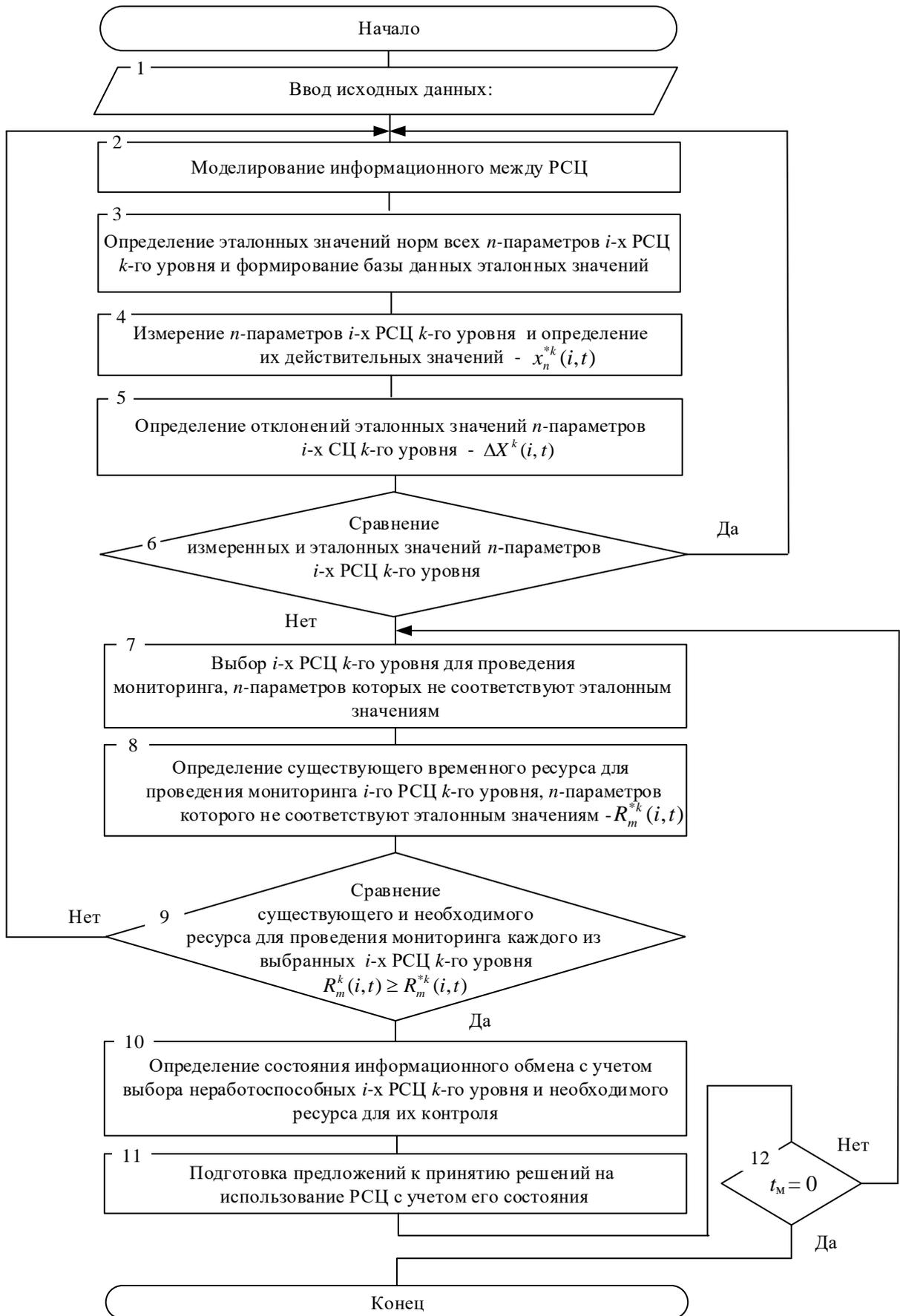


Рисунок 3.4 – Структурная схема прогнозирования периодичности контроля состояния РСЦ

Схема представляет собой взаимосвязанные единым замыслом действия, реализованных в виде блоков.

В блоке 1 осуществляется ввод исходных данных: номер РСЦ – i ; уровень РСЦ (высший, федеральный, региональный) – k ; количество параметров, характеризующих состояние i -го РСЦ – N ; параметр i -го РСЦ, характеризующий его состояние – n ; время проведения контроля состояния РСЦ при их мониторинге – t ; множество РСЦ k -го уровня – $I^k(t)$; количество видов ресурсов, необходимых для проведения контроля состояния i -го РСЦ k -го уровня – M ; объем временного ресурса m -го вида, необходимого для проведения контроля состояния i -го РСЦ k -го уровня в момент времени t – $R_m^k(i, t)$.

В блоке 2 моделируется процесс информационного обмена между РСЦ (п. 2.3 диссертации).

В блоке 3 определяются эталонные значения норм всех n -параметров i -х РСЦ k -го уровня с учетом: количества i -х РСЦ k -го типа, расстояния между i -ми РСЦ k -го уровня, скорости информационного обмена между i -ми РСЦ k -го уровня, периодичности и продолжительности контроля состояния i -х РСЦ k -го уровня. Формируется база данных эталонных значений норм всех n -параметров i -х РСЦ k -го уровня. При этом, вектор базы данных эталонных значений норм определяется с помощью следующего выражения:

$$X^k(i, t) = \{x_1^k(i, t), x_2^k(i, t), \dots, x_{n-1}^k(i, t), x_N^k(i, t)\}, \quad (3.13)$$

где $x_n^k(i, t)$ – поступающая в базу данных значение нормы n -параметра i -го РСЦ k -го уровня.

В блоке 4 измеряются n -параметры i -х РСЦ k -го уровня и определяются их действительные значения. Измерение производится путем сбора, накопления и уточнения статистических данных n -параметров i -х РСЦ k -го уровня с использованием контрольно-измерительной аппаратуры. Действительные значения n -параметров i -х РСЦ k -го уровня определяются в момент времени t . При этом, вектор действительных значений n -параметров i -х РСЦ k -го уровня в момент времени t , определяются с помощью выражения:

$$X^{*k}(i, t) = \{x_1^{*k}(i, t), x_2^{*k}(i, t), \dots, x_{n-1}^{*k}(i, t), x_N^{*k}(i, t)\}, \quad (3.14)$$

где $x_n^{*k}(i, t)$ – действительное значение n -го параметра i -го РСЦ k -го уровня в момент времени t .

В блоке 5 определяются отклонения от эталонных значений n -параметров i -х РСЦ k -го уровня. При этом, вектор несовпадения векторов базы данных эталонных значений норм (3.13) и действительных значений (3.14) определяется с помощью выражения:

$$\Delta X^k(i, t) = \{\Delta x_1^k(i, t), \Delta x_2^k(i, t), \dots, \Delta x_{n-1}^k(i, t), \Delta x_N^k(i, t)\}, \quad (3.15)$$

где $\Delta x_n^k(i, t)$ – отклонение n -й компоненты вектора (3.15) от ее действительного значения. Если компоненты векторов измеряются в абсолютной шкале, то отклонение определяется выражением:

$$\Delta x_n^k(i, t) = x_n^{*k}(i, t) - x_n^k(i, t). \quad (3.16)$$

В блоке 6 сравниваются измеренные и эталонные значения n -параметров i -х РСЦ k -го уровня. Если эталонные значения i -го РСЦ k -го уровня содержат только действительные сведения о его параметрах, то (3.15) является «нулевым» вектором и осуществляется возврат к блоку 2, где происходит моделирование информационного обмена между РСЦ. Если же вектор (3.15) содержит ненулевые компоненты, то осуществляется переход к блоку 7.

В блоке 7 выбираются i -е РСЦ k -го уровня для проведения мониторинга их состояния, n -параметры которых не соответствуют эталонным значениям. При этом, выбор осуществляют из множества $I^k(t)$ подмножества $I^{*k}(t) \subseteq I^k(t)$ РСЦ, обладающих ненулевыми векторами (3.15). Этот выбор осуществляют в условиях априорной неопределенности. Выбор идеален, если для контроля выбраны все i -е РСЦ k -го уровня, функционирующие в условиях объективных и субъективных факторов и ни одного i -го РСЦ k -го типа без факторов:

$$I^{*k}(t) \cap \hat{I}^k(t) = I^{*k}(t) = \hat{I}^k(t). \quad (3.17)$$

Выбор абсолютно идеален, если в выбранном для контроля множестве i -х РСЦ k -го уровня нет ни одного i -го РСЦ k -го уровня с признаками факторов:

$$I^{*k}(t) \cap \hat{I}^k(t) = \emptyset. \quad (3.18)$$

Все реальные результаты выбора лежат в промежутке между идеальными и неидеальными, то есть для них имеет место соотношение:

$$I^{*k}(t) \cap \hat{I}^k(t) = I_1^k(t), \quad I_1^k(t) \neq \emptyset, \quad I_1^k(t) \neq I^{*k}(t). \quad (3.19)$$

Подмножество $I_1^k(t)$ в (3.19) содержит все объекты в выборке $\hat{I}^k(t)$, для которых вектор (3.15) является ненулевым, то есть i -й РСЦ k -го уровня, имеющий признаки объективных и субъективных факторов. Множество, дополняющее $I_1^k(t)$ до $I^{*k}(t)$ обозначают $I_2^k(t)$. Обозначают также: $P_{\Pi}\{I_1^k(t)\}$ – ожидаемые потери от необнаружения объективных и субъективных факторов, обусловленные i -ми РСЦ k -го уровня, включенными в множество $I_1^k(t)$; $P_{\Pi}\{I_2^k(t)\}$ – ожидаемые потери от необнаружения объективных и субъективных факторов, обусловленных i -ми РСЦ k -го уровня, включенными в множество $I_2^k(t)$. Эффект выбора определяют соотношением:

$$W_B^k(t) = \frac{P_{\Pi}\{I_1^k(t)\}}{P_{\Pi}\{I_1^k(t)\} + P_{\Pi}\{I_2^k(t)\}}. \quad (3.20)$$

Вследствие различия затрат на выявление различных отклонений n -параметров i -х РСЦ k -го уровня от измеренных, снижение эффекта зависит от того, какие РСЦ исключаются из множества $I_1^k(t)$.

В блоке 8 определяется существующий временной ресурс для проведения мониторинга i -го РСЦ k -го уровня. При этом, вектор существующего объема временных ресурсов m -го вида i -х РСЦ k -го типа в момент времени t , определяют с помощью выражения:

$$R_m^{*k}(i, t) = \{r_1^{*k}(i, t), r_2^{*k}(i, t), \dots, r_{m-1}^{*k}(i, t), r_M^{*k}(i, t)\}, \quad (3.21)$$

где $r_m^{*k}(i, t)$ – существующее значение временного ресурса m -го вида i -го РСЦ k -го типа в момент времени t .

В блоке 9 сравнивают существующий и необходимый временные ресурсы для проведения мониторинга каждого из выбранных i -го РСЦ k -го уровня. В случае, если значение существующего временного ресурса для проведения контроля каждого из выбранных i -го РСЦ k -го уровня ниже необходимого (требуемого) значения, осуществляется возврат к блоку 2, где происходит моделирование информационного обмена между РСЦ. Если же значение существующего временного ресурса соответствует необходимому (требуемому) значению, то переходят к блоку 10, где определяется состояние информационного обмена между РСЦ с учетом выбора неработоспособных i -х РСЦ k -го уровня и необходимого временного ресурса для их мониторинга.

В блоке 10 определяется состояние информационного обмена между РСЦ с учетом выбора неработоспособных i -х РСЦ k -го типа и необходимого временного ресурса для каждого из выбранных i -х РСЦ k -го типа.

В блоке 11 осуществляется подготовка предложений к принятию решений на использование РСЦ с учетом его состояния и затем к блоку 12, где производят остановку процесса моделирования.

Разработан модулирующий алгоритм, позволяющий прогнозировать периодичность мониторинга состояния i -х РСЦ k -го уровня и временной ресурс для проведения мониторинга (рисунок 3.5).

Основные выходные результаты с использованием алгоритма представлены на рисунках 3.6-3.9. i -е РСЦ k -го типа представлены как совокупность объектов контроля (ОК).

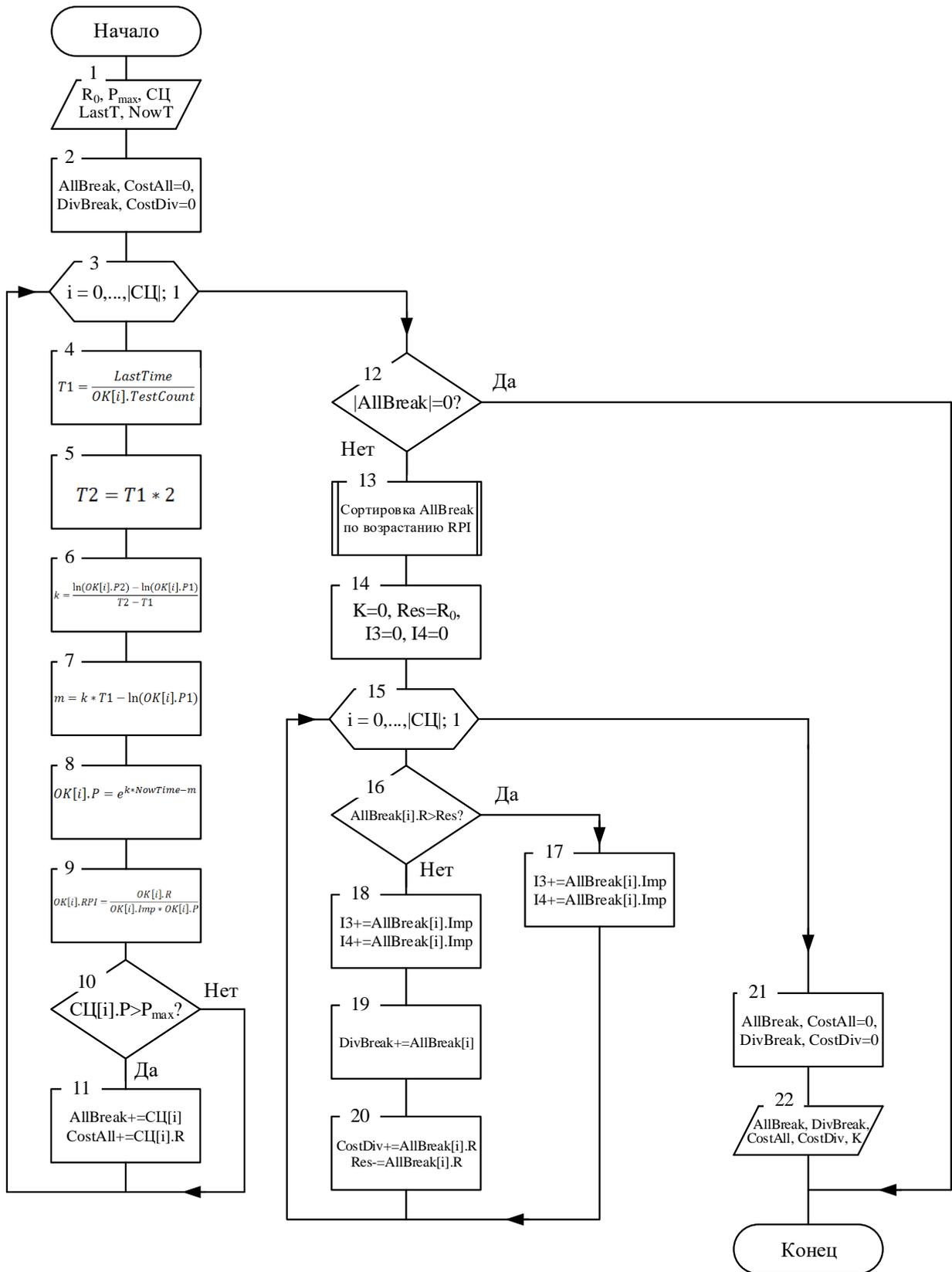


Рисунок 3.5 – Моделирующий алгоритм прогнозирования периодичности контроля состояния РСЦ

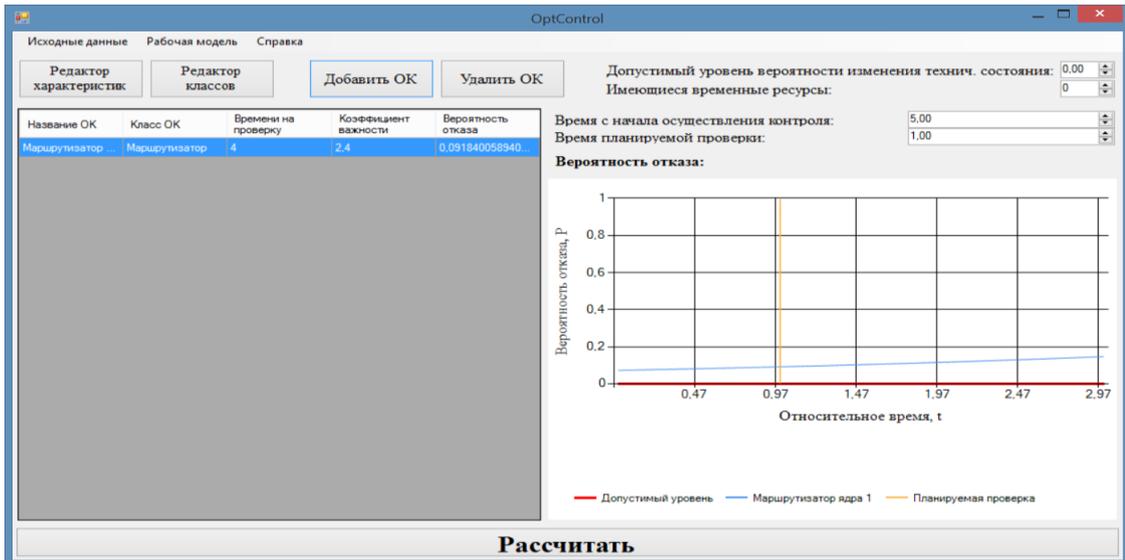


Рисунок 3.6 – Временная зависимость изменения состояния РСЦ без допустимой границы его нахождения в работоспособном состоянии



Рисунок 3.7 – Временная зависимость изменения состояния РСЦ с допустимой границей его нахождения в работоспособном состоянии

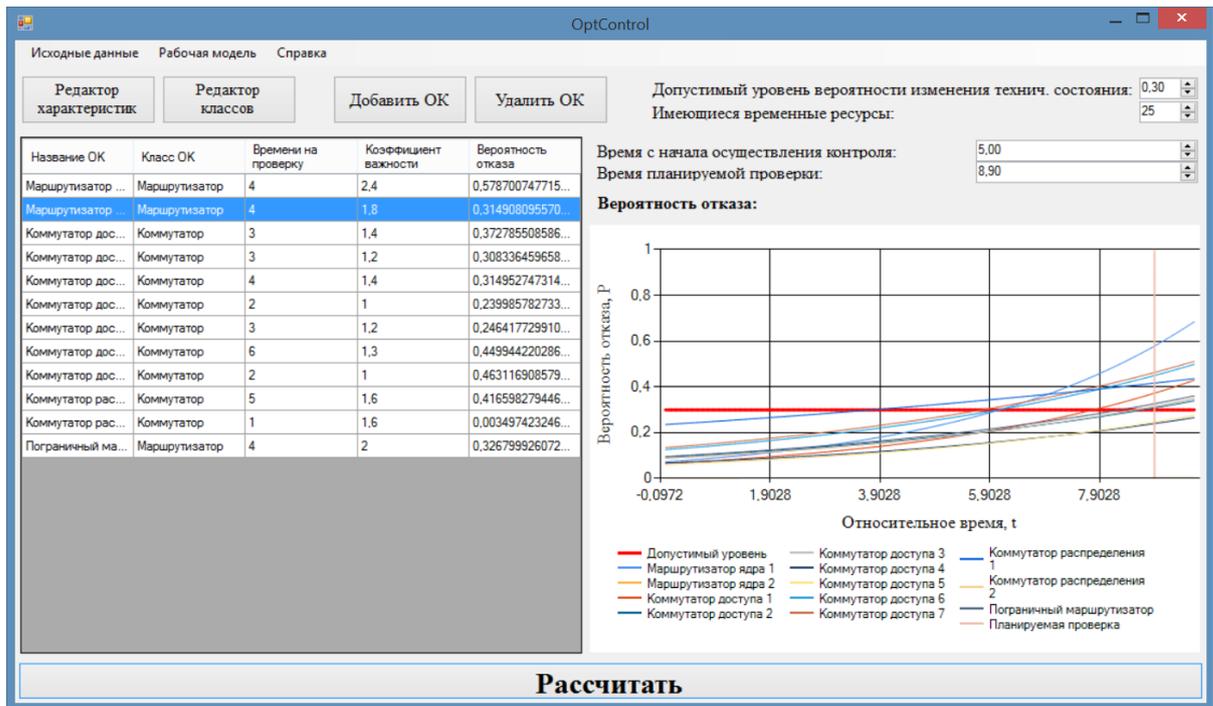


Рисунок 3.8 – Временная зависимость изменения состояния РСЦ, влияющих на состояние информационного обмена между РСЦ с допустимой границей их нахождения в работоспособном состоянии

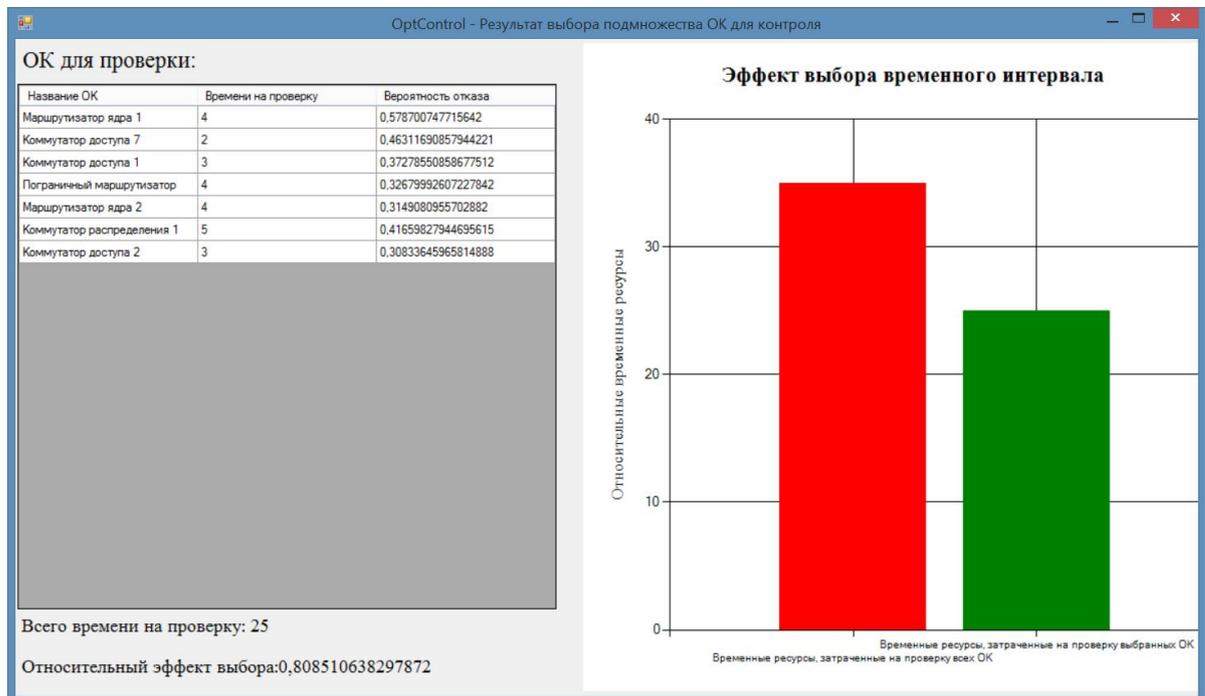


Рисунок 3.9 – Оценивание эффекта выбора временного интервала с применением разработанного алгоритма

Алгоритм опубликован в издании, рекомендованном ВАК РФ [93] и реализован в виде программы для ЭВМ [71].

3.4 Выводы по третьему разделу.

1. Сформулирована постановка задачи на разработку алгоритмов с целью возможности оценки и выбора РСЦ с использованием доминантного закона распределения случайных величин и прогнозирования периодичности контроля состояния РСЦ при их мониторинге с использованием различных законов распределения случайной величины.

2. Разработанные алгоритмы позволяют реализовать функции управления (прогнозирование и выбор РСЦ, контроль состояния и возможностей РСЦ) и обеспечить оперативность управления в условиях факторов, не зависящих от человека.

3. Оригинальность разработанных алгоритмов прогнозирования состояния РСЦ заключается в реализации комплексного подхода к оценке состояния РСЦ и обеспечении более достоверной оценки эффективности управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ.

4. Алгоритм оценки и выбора РСЦ с использованием доминантного закона распределения случайных величин отличается уникальным подходом реализации известных распределений экстремальных случайных величин (двойной экспоненциальный закон распределения, трехпараметрический закон распределения Вейбулла). В качестве номинального – использован нормальный закон распределения. Оценка и выбор РСЦ осуществляется путем достижения рациональных зависимостей возрастающей информационной нагрузки на i -й РСЦ k -го уровня и возможности i -й РСЦ k -го уровня функционировать в этих условиях.

5. Алгоритм прогнозирования периодичности контроля состояния РСЦ отличается подходом исследования процессов изменения состояния РСЦ при допустимой границе невозможности реализации функций управления.

6. Прогнозирование периодичности контроля состояния РСЦ осуществляется путем: выбора РСЦ параметры которых не соответствуют требуемым значениям; формирования временных зависимостей изменения состояния для каждого выбранного i -го РСЦ k -го уровня и для всех выбранных i -х РСЦ k -го уровня; определения допустимого уровня изменения состояний i -х РСЦ k -го уровня;

определения объема необходимых временных ресурсов для проведения профилактических работ.

7. Практическая ценность заключается в доведении алгоритма прогнозирования периодичности контроля состояния РСЦ до программной реализации. Алгоритм оценки и выбора РСЦ имеет новизну, что подтверждается патентом РФ на изобретение.

4. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ, РЕАЛИЗУЮЩИХ СТРУКТУРУ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ

4.1 Структурная схема и основные задачи комплекса поддержки принятия решений при управлении в организационных системах, реализующих структуру распределенных ситуационных центров

Повышение эффективности управления в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ определяет необходимость разработки программного комплекса поддержки принятия решений и апробацию с его применением сформулированного автором научно-методического аппарата (моделей и алгоритмов).

Разработанный программный комплекс основывается на принципах системного подхода (единство, целостность, динамичность, взаимозависимость системы и среды, иерархичность, организованность, множественность состояний и декомпозиция) и принципах проектирования программных систем и средств (структурированность, взаимосвязанность и согласованность проблем, целеполагание и разрешимость, допустимость, рациональность и оптимальность, ориентация на качественный результат, согласованность целей, средств и результатов, стабильность и изменчивость) [88].

Программный комплекс предназначен для автоматизации управления в организационных системах на примере информационного обмена между локальными контурами управления в РСЦ высшего, федерального и регионального уровней, что позволяет обеспечить оперативность управления в системном контуре технологического, кадрового, информационного и программного обеспечения ЛПР (рисунок 1.3).

Структурная схема программного комплекса приведена на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Структурная схема программного комплекса поддержки принятия решений при управлении в организационных системах, реализующих структуру РСЦ

Программный комплекс включает:

- систему хранения данных, представляющую собой совокупность массивов и файловых данных и предусматривающую стандартные принципы описания, хранения и обработки данных;
- пакет программ оценки эффективности информационного обмена и комплексного распределения информационных ресурсов между РСЦ;
- программу рационализации управления информационным обменом между РСЦ;
- пакет программ оценки изменения состояния РСЦ, прогноза их состояния и восстановления рабочего состояния с учетом прогноза и оценки эффекта;
- программу поддержки экспертного оценивания частных и комплексного показателя эффективности управления с использованием принципа «слабого звена».

При управлении в организационных системах, реализующих структуру РСЦ, программный комплекс реализует определенные функции (рисунок 4.2).

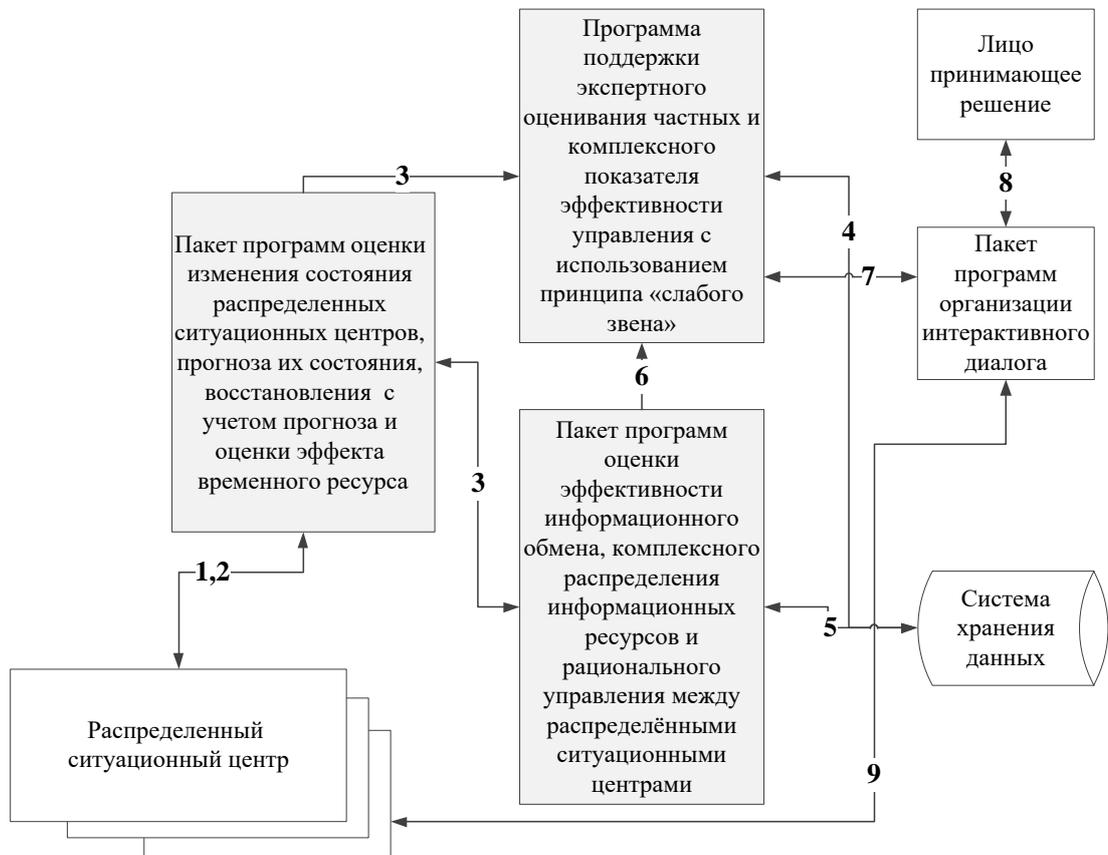


Рисунок 4.2 – Вариант реализации основных функций программного комплекса поддержки принятия решений при управлении в организационных системах, реализующих структуру РСЦ

На рисунке 4.2 функции обозначены цифрами:

- измерение и сбор статистических данных характеризующих информационный обмен между РСЦ – 1;
- измерение и сбор статистических данных характеризующих состояние РСЦ – 2;
- передача обработанных и структурированных статистических данных – 3;
- формирование запросов системе хранения данных о нормированных значениях характеризующих процесс управления – 4;

- формирование запросов системе хранения данных о нормированных значениях характеризующих процесс информационного обмена – 5;
- передача результатов оценок эффективности информационного обмена и комплексного распределения информационных ресурсов между РСЦ – 6;
- передача результатов оценки эффективности управления – 7;
- визуализация расчетов, формирование управляющего воздействия ЛПР – 8;
- формирование вариантов управления информационным обменом – 9.

Функции программного комплекса поддержки принятия решений при управлении в организационных системах на примере информационного обмена между РСЦ реализуются в цикле управления (рисунок 4.3).



Рисунок 4.3 – Вариант реализации функций программного комплекса поддержки принятия решений в цикле управления

Пакет программ оценки изменения состояния РСЦ, прогноза их состояния, восстановления с учетом прогноза и оценки эффекта временного ресурса реализуется при сборе сообщений объектом сообщения и подготовки решения субъектом управления.

Пакет программ оценки эффективности информационного обмена, комплексного распределения информационных ресурсов и рационального управления между РСЦ реализуется при подготовке и принятии решения субъектом управления.

Программа поддержки экспертного оценивания частных и комплексного показателя эффективности управления с использованием принципа «слабого звена» реализуется при принятии решения субъектом управления и доведении решения до исполнителей.

Основные требования к составляющим программного комплекса:

К системе хранения данных (например, True System Gladius Storage 2024 SW):

- два процессора Intel Xeon E5-2620 (6 ядер, 2ГГц);
- 32ГБ памяти DDR3 ECC Reg (до 512ГБ максимум);
- 2 SSD 100ГБ eMLC (RAID-1, SSD-кэш);
- 17 дисков 450ГБ SAS 10 тыс. об/мин (RAID-10 + hot-spare);
- 5 дисков 8ТБ SATA (RAID-6, резервные копии и тома с низкой нагрузкой);
- возможность масштабирования до 128-ми дисков на каждый узел;
- контроллер SAS RAID LSI 9271-8i (1ГБ кэш с flash-защитой);
- LSI CacheCade — SSD-кэш;
- 4-портовый контроллер 10GbE Supermicro AOC-STG-b4S;
- Astra Linux Special Edition РУСБ. 10015-01 (Microsoft Windows Storage Server 2012 Standart);
- StarWind iSCSI SAN&NAS 2-node HA.

Основные требования к автоматизированному рабочему месту оператора:

- процессор (не менее 4 ядер, 3600 МГц, графическое ядро, DDR3/DDR4, 8 Гб);
- дисковый накопитель SATA не менее 1 Тб;
- оптический накопитель 10/100/1000 Мб/с;

- звук HD-аудио, 8-каналов;
- интерфейсы ввода-вывода (VGA, DVI, HDMI, DisplayPort, USB 2.0, USB 3.0, RJ-45, аудио разъемы);
- поддержка ОС Linux, Windows;
- блок питания, не менее 450 Вт;
- диагональ экрана монитора, не менее 27 дюймов (1920×1080, 5 мс, 250 кд/м², 1000:1, 16:9);
- клавиатура (USB), мышь оптическая (USB).

Программный комплекс позволяет в интерактивном режиме работы решать следующие задачи:

- оценивать эффективность информационного обмена и комплексное распределение информационных ресурсов между РСЦ в условиях увеличения информационной нагрузки на определенный РСЦ;
- выдавать рекомендации по рациональному управлению информационным обменом в этих условиях;
- оценивать состояние РСЦ и выдавать рекомендации по использованию РСЦ;
- производить оценку частных и комплексного показателей эффективности с использованием принципа «слабого звена».

4.2 Апробация комплекса применительно к оценке эффективности управления в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между распределенными ситуационными центрами

Апробация комплекса проводилась применительно к оценке эффективности управления в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ с использованием принципа «слабого звена».

Апробация комплекса включает:

- оценку уровня профессиональной пригодности должностных лиц распределенных ситуационных центров;

– экспериментальное исследование эффективности управления в организационных системах с использованием принципа «слабого звена».

4.2.1 Оценка уровня профессиональной пригодности должностных лиц распределенных ситуационных центров

Уровень профессиональной пригодности ДЛ РСЦ – $\mathcal{E}_{\text{дл}}(t)$ целесообразно определять сформированностью необходимых профессиональных компетенций, при этом необходимо учитывать объективные и субъективные факторы, не зависящие от человека. Компетенции определяются наличием или отсутствием факторов риска и уровнем развития профессионально важных качеств и совершенствуются в результате практической деятельности в РСЦ [85, 100, 103].

Текущий уровень освоения ДЛ РСЦ необходимых для их профессиональной деятельности компетенций определяется в ходе повседневной деятельности при выполнении технологических операций.

В качестве показателя уровня профессиональной пригодности ДЛ при этом могут применяться их частные оценки. При классическом пятибалльном подходе оценивания частные оценки определяются с помощью показателя уровня профессиональной пригодности j -го ДЛ i -го РСЦ в момент времени t – $\mathcal{E}_{\text{дл}}^i(t)$:

$$\mathcal{E}_{\text{дл}}^i(t) = \frac{O_{ij}(t)}{5}, \quad (4.1)$$

где $O_{ij}(t)$ – частная оценка j -го ДЛ i -го РСЦ при проведении проверки уровня их профессиональной подготовки.

На рисунке 4.4 приведены оценки уровня профессиональной пригодности семи ДЛ РСЦ на примере одной дисциплины.

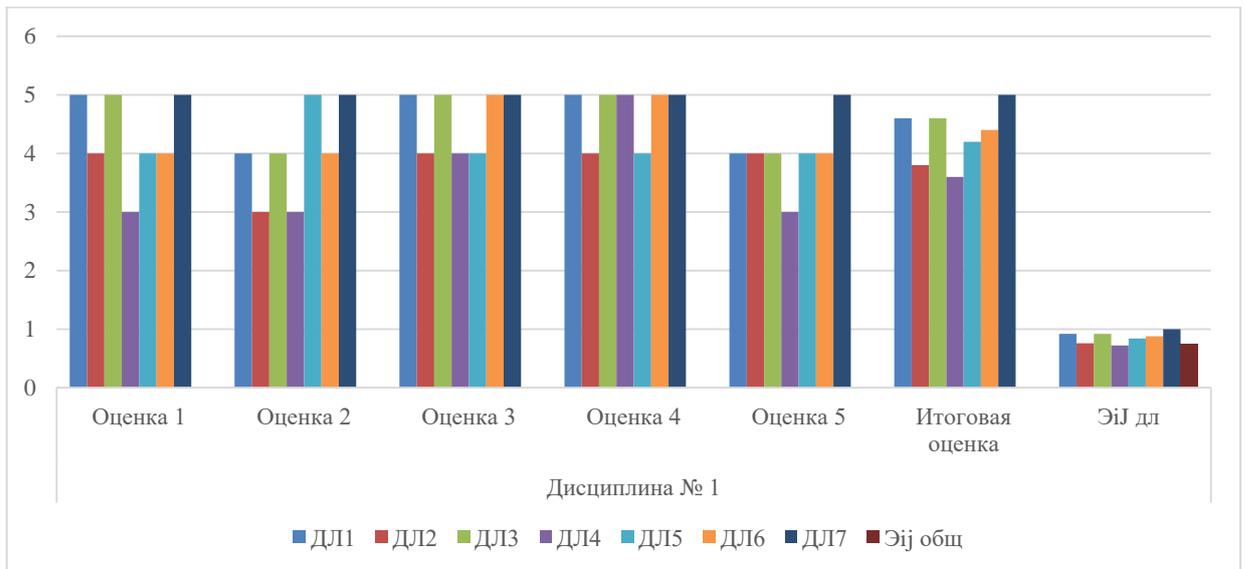


Рисунок 4.4 – Оценки уровня профессиональной пригодности семи ДЛ РСЦ на примере одной дисциплины

С учетом (4.1) обобщенная характеристика уровня профессиональной пригодности ДЛ i -го РСЦ определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{дл}}^i(t) = \sum_{j=1}^{J_i} a_{ij} \mathcal{E}_{\text{дл}}^i(t), \quad (4.2)$$

где a_{ij} – весовой коэффициент j -го ДЛ в обобщенной характеристике уровня профессиональной пригодности ДЛ i -го РСЦ.

Весовой коэффициент j -го ДЛ i -го РСЦ (a_{ij}) определяется наличием или отсутствием факторов риска и уровнем развития профессионально важных качеств (индивидуальных психологических и психофизиологических качеств). Процесс определения психологических и психофизических качеств ДЛ включает:

- определение профессиональной пригодности ДЛ к конкретным видам служебной деятельности по конкретным специальностям;
- определение наличия у ДЛ факторов риска, препятствующих к допуску ДЛ к выполнению конкретной профессиональной деятельности.

При определении профессиональной пригодности ДЛ к конкретным видам служебной деятельности по конкретным специальностям оцениваются:

– достаточный уровень общего интеллектуального развития, способностей к логическим суждениям и умозаключениям, к четкому изложению информации в устной и письменной формах;

– эмоциональная устойчивость, уравновешенность, самоконтроль поведения и внешних проявлений эмоций, эмоциональная зрелость;

– высокий уровень волевой регуляции поведения, энергичность, выдержка, смелость, решительность, настойчивость, целеустремленность, высокая работоспособность;

– внутренняя организованность, исполнительность, дисциплинированность, чувство долга и ответственность за порученное дело;

– высокий уровень правосознания и нравственных убеждений, честность, принципиальность, соблюдение норм общественной морали, патриотизм.

– зрелость личности, способность брать на себя ответственность за принятие решения, за свои действия и поступки; умение определять приоритеты и последовательность решения проблем;

– самостоятельность, уверенность в своих силах при высоком уровне самокритичности.

– адекватная самооценка, устойчивая мотивация к достижению успеха на основе самореализации и саморазвития в конкретной профессиональной деятельности.

К факторам риска, препятствующих к допуску ДЛ к выполнению конкретной профессиональной деятельности относятся:

– злоупотребление спиртными напитками;

– употребление наркотических средств и психотропных веществ без назначения врача;

– участие в незаконном обороте наркотических средств и психотропных веществ;

– противоправные контакты с членами преступных организаций;

– участие в незаконном обороте оружия;

– участие в деятельности запрещенных общественных объединений;

– совершение уголовно наказуемых деяний;

- сокрытие или искажение анкетных данных, сведений о доходах, имуществе и обязательствах имущественного характера;
- контакты со специальными службами и организациями иностранных государств;
- попытки поступления на работу в интересах запрещенных общественных объединений, преступных и иных организаций;
- злоупотребление должностными полномочиями.

При проверке информации, касающейся фактора риска сокрытия или искажения анкетных данных, сведений о доходах, об имуществе и обязательствах имущественного характера, проверяются сведения:

- о наличии гражданства (подданства) иностранного государства либо вида на жительство или иного документа, подтверждающего право на постоянное проживание гражданина Российской Федерации на территории иностранного государства;
- о наличии судимости в настоящее время или в прошлом, в том числе снятой или погашенной, о прекращении уголовного преследования за истечением срока давности, в связи с примирением сторон, вследствие акта об амнистии или в связи с деятельным раскаянием;
- о непредставлении документов или сведений, подлежащих обязательному представлению в соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации и ведомственными нормативными правовыми актами, либо представлении подложных документов или заведомо ложных сведений;
- о наличии зарегистрированного за пределами Российской Федерации права собственности на имущество;
- о членстве в политических партиях и иных общественных объединениях, преследующих политические цели, и (или) участии в их деятельности.

Результатами определения психологических и психофизических качеств ДЛ являются психологический портрет, раскрыты индивидуальные особенности, особенности поведения в различных ситуациях и сферах жизнедеятельности.

Весовой коэффициент (a_{ij}) зависит от категорий профессиональной пригодности ДЛ.

К первой категории профессиональной пригодности относятся ДЛ, у которых отсутствуют факторы риска и имеется высокий уровень развития профессионально важных качеств, позволяющий быстро овладеть профессиональными знаниями, навыками и умениями, успешно решать служебные и профессиональные задачи, в том числе в сложных условиях деятельности.

Ко второй категории профессиональной пригодности относятся ДЛ, у которых отсутствуют факторы риска и имеется средний уровень развития профессионально важных качеств, позволяющий в установленные сроки овладеть профессиональными знаниями, навыками и умениями, успешно решать служебные и профессиональные задачи.

К третьей категории профессиональной пригодности относятся ДЛ, у которых отсутствуют факторы риска и имеется ниже среднего уровень развития профессионально важных качеств, позволяющий овладеть необходимым минимумом профессиональных знаний, навыков и умений, удовлетворительно решать служебные и профессиональные задачи в обычных условиях, но не обеспечивающий успешного выполнения должностных обязанностей в сложных условиях деятельности.

К третьей категории профессиональной пригодности относятся ДЛ, у которых при высоком или среднем уровне развития профессионально важных качеств выявлен один фактор риска. Уровень профессиональной пригодности ДЛ, у которых при высоком или среднем уровне развития профессионально важных качеств выявлен один фактор риска, определяется с учетом содержания фактора риска, уровня развития профессионально важных качеств, других данных, характеризующих этих ДЛ.

К четвертой категории профессиональной пригодности относятся ДЛ, у которых имеется низкий уровень развития профессионально важных качеств, не позволяющий в установленные сроки овладеть необходимым минимумом знаний, навыков, умений и выполнять должностные обязанности, либо выявлен фактор риска.

На рисунке 4.5 приведены оценки уровня профессиональной пригодности j -х ДЛ i -го РСЦ на примере всех дисциплин и с учетом весового коэффициента – a_{ij} .

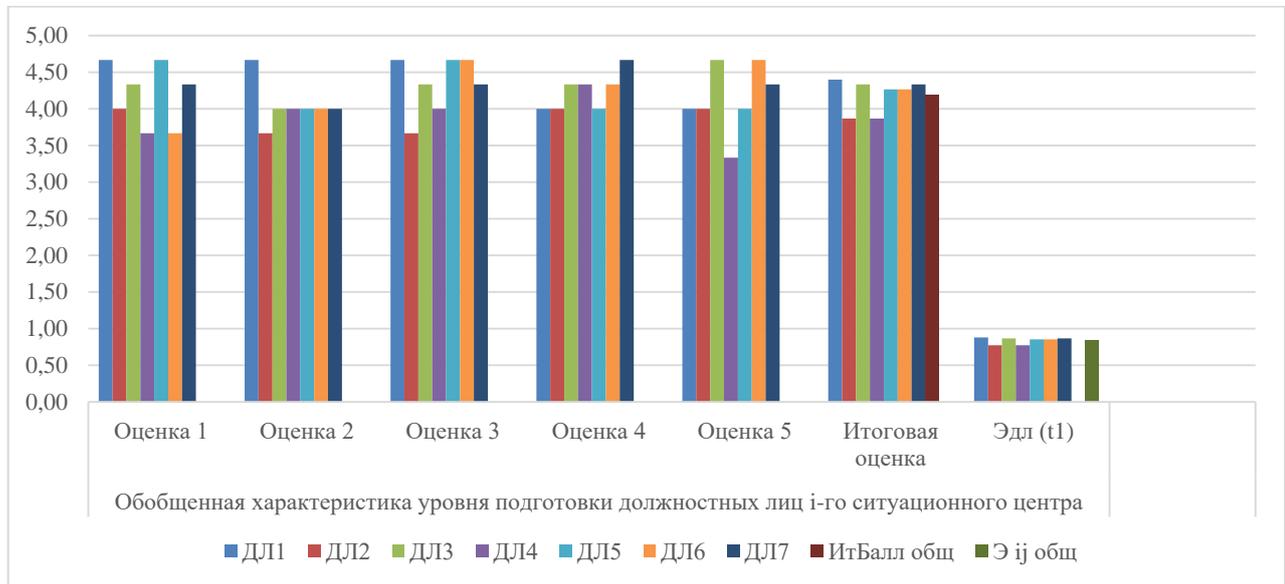


Рисунок 4.5 – Оценки уровня профессиональной пригодности j -х ДЛ i -го РСЦ на примере всех дисциплин и с учетом весового коэффициента – a_{ij}

Оценка – $\mathcal{E}_{\text{дл}}(t)$ i -го РСЦ k -го уровня определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{дл}}(t) = \sum_{i=1}^I b_i K_{\text{дл}}^i(t), \quad (4.3)$$

где b_i – весовой коэффициент i -го РСЦ, учитывающий k -й уровень управления. Уровень управления определяется количеством объективных и субъективных факторов, не зависящих от человека (воздействующие информационные факторы на РСЦ, надежность технологической основы РСЦ и др.)

Под воздействием указанных факторов уровень профессиональной пригодности j -х ДЛ i -го РСЦ k -го уровня меняется. Динамика изменения уровня профессиональной пригодности j -х ДЛ i -го РСЦ k -го уровня представлена на рисунке 4.6.

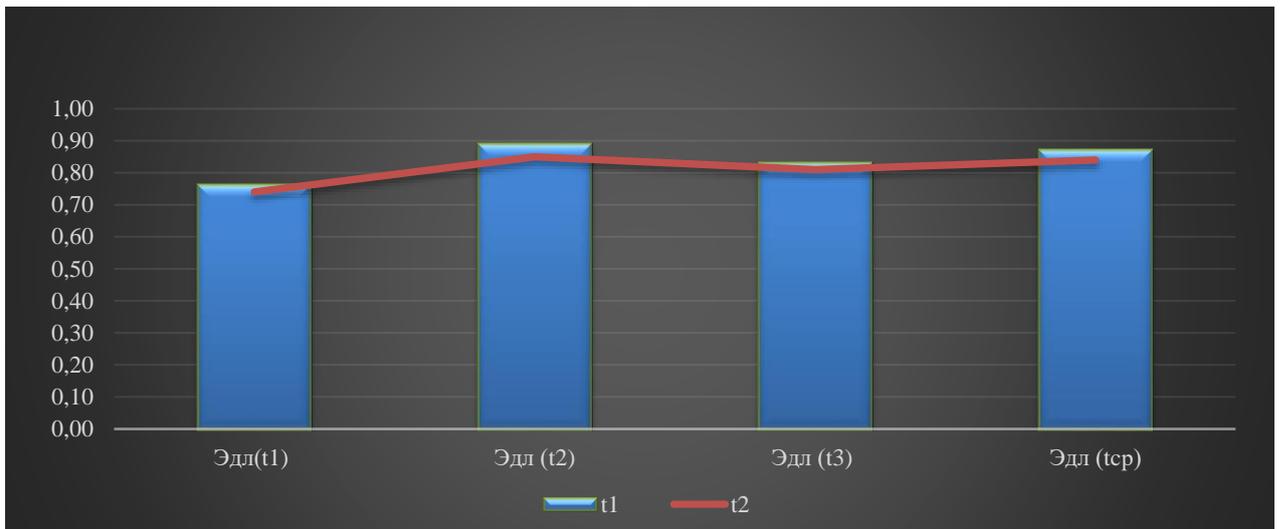


Рисунок 4.6 – Динамика изменения уровня профессиональной пригодности j -х ДЛ i -го РСЦ k -го уровня

Таким образом, при существующей пятибалльной системе определения уровня профессиональной пригодности ДЛ целесообразно учитывать их психологические и психофизические качества, необходимые для достижения приемлемых показателей в конкретной профессиональной деятельности и склонность ДЛ к данному виду деятельности. Кроме того, необходимо учитывать уровень управления РСЦ как объекта воздействия объективных и субъективных факторов, не зависящих от человека.

4.2.2 Экспериментальное исследование эффективности управления в организационных системах с использованием принципа «слабого звена»

Принцип «слабого звена» заключается в учете уровня профессиональной пригодности ДЛ РСЦ при оценивании эффективности управления в организационных системах на примере информационного обмена между РСЦ [13].

Обобщенная характеристика эффективности $\mathcal{E}_{\Sigma}(t)$ решения задач управления информационным обменом в СРСЦ в каждый момент времени t определяется соотношением:

$$\mathcal{E}_{\Sigma}(t) = \min\{\mathcal{E}_{\text{дл}}(t); \mathcal{E}_{1n}(t); \mathcal{E}_{2n}(t); \mathcal{E}_{3n}(t)\}, \quad (4.4)$$

где $\mathcal{E}_{\text{дл}}(t)$ – обобщенная характеристика уровня профессиональной пригодности ДЛ РСЦ с учетом их психологических и психофизических качеств;

$\mathcal{E}_{1n}(t)$ – оценка эффективности информационного обмена между РСЦ с учетом их состояния (c_n);

$\mathcal{E}_{2n}(t)$ – оценка эффективности комплексного использования информационных ресурсов с учетом состояния РСЦ (c_n);

$\mathcal{E}_{3n}(t)$ – оценка эффективности рационального управления информационным обменом между РСЦ с учетом их состояния (c_n).

По физическому смыслу величина $\mathcal{E}_{\Sigma}(t)$ отражает обусловленную текущим качеством управление в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ с учетом профессиональной пригодности ДЛ РСЦ. Оценки эффективностей информационного обмена $\mathcal{E}_1(t)$, комплексного использования информационных ресурсов $\mathcal{E}_2(t)$ и рационального управления $\mathcal{E}_3(t)$ информационным обменом между РСЦ с учетом их состояния (c_n) осуществляются на основе аддитивной свертки:

$$\mathcal{E}_{in}(t) = \sum_{n=1}^N c_n \mathcal{E}_{1,2,3}(t), \quad (3.31)$$

где c_n – весовой коэффициент n -го показателя состояния РСЦ ($c_n \leq 1$). Весовой коэффициент определяется с помощью разработанных автором алгоритмов (если показателей состояния $n > 1$, определяется их среднее значение).

Весовой коэффициент определяется с помощью разработанных автором алгоритмов. Весовой коэффициент определяется степенью их соответствия требованиям, обусловленным необходимостью качественного управления.

Для оценки соответствия РСЦ в качестве обобщенных показателей могут применяться показатели, отражающие основные функциональные требования к их надежности на шкале Харрингтона (п.п. 1.1.2 таблица 1.3).

В таблице 4.1 приведен сравнительный анализ эффективностей полученных с помощью существующих и разработанных научно-методических подходов.

Таблица 4.1 – Сравнительный анализ эффективностей, полученных с помощью существующего и разработанного научно-методического аппарата

№ п/п	Показатели эффективности решения задач управления	Существующий научно-методический аппарат	Разработанный научно-методический аппарат	$\mathcal{E}_{in}(t) = \sum_{n=1}^N c_n \mathcal{E}_{1,2,3}(t),$ <p>где c_n – весовой коэффициент n-го показателя состояния РСЦ</p>
1	Вероятность информационной обеспеченности потребителей	0,82	0,86 (при состоянии РСЦ 0,98)	
2	Вероятность реализации потенциальных возможностей имеющихся информационных ресурсов	0,79	0,855 (при состоянии РСЦ 0,98)	
3	Вероятность удовлетворения потребителей важной информацией от ее обработки	0,7	0,91 (при состоянии РСЦ 0,98)	

В таблице 4.2 приведены результаты проведенных экспериментов по определению эффективности управления в организационных системах между РСЦ.

Таблица 4.2 – Результаты экспериментов по определению эффективности управления в организационных системах между РСЦ

№ эксперимента/ показатель	1	2	3	4	5
$\mathcal{E}_{дл}(t)$	0,8	0,82	0,75	0,851	0,9
$\mathcal{E}_{1n}(t)$ сущ.	0,8	0,82	0,68	0,86	0,87
$\mathcal{E}_{1n}(t)$ разр.	0,86/0,98	0,86/0,98	0,86/0,98	0,86/0,98	0,86/0,98
$\mathcal{E}_{2n}(t)$ сущ.	0,73	0,71	0,79	0,65	0,79
$\mathcal{E}_{2n}(t)$ разр.	0,85/0,98	0,84/0,98	0,85/0,98	0,85/0,98	0,855/0,98
$\mathcal{E}_{3n}(t)$ сущ.	0,7	0,75	0,73	0,74	0,78
$\mathcal{E}_{3n}(t)$ разр.	0,91/0,98	0,91/0,98	0,9/0,98	0,9/0,98	0,9/0,98
$\mathcal{E}_{\Sigma}(t)$ сущ.	0,7	0,71	0,68	0,65	0,78
$\mathcal{E}_{\Sigma}(t)$ разр.	0,8	0,82	0,75	0,85/0,98	0,855/0,98

Анализ результатов показал, что реализация предложенных в диссертации моделей оценок эффективности, рационального управления и алгоритмов прогнозирования состояния РСЦ позволяет получить значения эффективности управления от 0,86 до 0,91 с учетом состояния РСЦ ($c_n=0,98$), что дает возможность повысить эффективность управления в среднем на 8-10 %. При этом наибольший прирост обеспечивается за счет: непрерывного анализа эффективности информационного обмена между РСЦ; эффективного перераспределения информационных ресурсов РСЦ при увеличении на него информационной нагрузки; рационального управления с применением современного оборудования; периодического контроля состояния РСЦ с использованием современных средств контроля.

4.3 Выводы по четвертому разделу.

1. Разработанный программный комплекс позволяет автоматизировать процессы управления в организационных системах на примере информационного обмена между локальными контурами управления в РСЦ высшего, федерального и регионального уровней, что позволяет обеспечить оперативность управления в системном контуре технологического, кадрового, информационного и программного обеспечения ЛПР.

2. Апробация комплекса проводилась применительно к оценке эффективности управления в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ. Апробация включает оценку уровня профессиональной пригодности ДЛ РСЦ и экспериментальное исследование эффективности управления в организационных системах с использованием принципа «слабого звена».

3. Уровень профессиональной пригодности ДЛ РСЦ определяется сформированностью необходимых профессиональных компетенций, при этом учитываются объективные и субъективные факторы, не зависящие от человека. Компетенции определяются наличием или отсутствием факторов риска и уровнем развития профессионально важных качеств и совершенствуются в результате практической деятельности в РСЦ.

4. При существующей пятибалльной системе определения уровня профессиональной пригодности ДЛ учитываются их психологические и психофизические качества, необходимые для достижения приемлемых показателей в конкретной профессиональной деятельности и склонность ДЛ к данному виду деятельности.

5. Величина $\mathcal{E}_{\Sigma}(t)$ отражает обусловленную текущим качеством управление в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ с учетом профессиональной пригодности ДЛ РСЦ.

6. Полученные значения эффективности управления в организационных системах на примере информационного обмена между РСЦ с учетом принцип «слабого звена» в результате проведенных экспериментов позволяют сформировать

пакет количественных требований к управлению информационным обменом между РСЦ.

7. В результате, для ДЛ РСЦ появляется возможность оперативной поддержки принятия решений в условиях объективных и субъективных факторов, не зависящих от человека и факторов, зависящих от профессиональной пригодности ДЛ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведен анализ управления в организационных системах, реализующих структуру РСЦ, по результатам которого выявлены особенности управления, определена взаимосвязь между эффективностью управления, состоянием РСЦ и человеческим фактором, обоснован арсенал средств (моделей и алгоритмов) для реализации отдельных функций цикла управления.

2. Разработаны модели оценок эффективности и рационального управления информационным обменом между РСЦ, причем эффективности проявляются: во влиянии информационной обеспеченности между РСЦ на оперативность координации деятельности организационных систем при их информационно-аналитическом обеспечении; как степень реализации потенциальных возможностей имеющихся информационных ресурсов во времени; как математическое ожидание удовлетворения потребителей важной информацией от времени обработки информации.

3. Разработаны алгоритмы прогнозирования состояния РСЦ, позволяющие выбрать РСЦ, способные реализовать функции управления (вероятность безотказной работы РСЦ от 0,98 до 0,99) за счет установления зависимостей состояния РСЦ и возрастающей на них информационной нагрузки, а также за счет прогнозирования периодичности контроля состояния РСЦ и необходимого для контроля объема временного и материального ресурсов.

4. Разработан программный комплекс поддержки принятия решений при управлении в организационных системах, реализующих структуру распределенных РСЦ, включающий в себя программные продукты, основанные на патентах РФ на изобретения, и позволяющий получить значения эффективностей информационного обмена между РСЦ с учетом их состояния ($c_n=0,98$) и человеческого фактора в диапазоне с 0,75 до 0,855, что доказывает степень достижения цели исследования.

5. Результаты исследования внедрены в учебный процесс ФГКВОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации» и включены в

рабочую программу учебной дисциплины «Основы теории управления». На базе интеллектуальной системы поддержки принятия управленческих решений РСЦ губернатора Воронежской области осуществлены в режиме реального времени непрерывные оценки эффективности управления рассматриваемыми в диссертации процессами. Получены акты внедрения и использования результатов диссертационной работы в практических подразделениях информационно-аналитического обеспечения органов государственной власти: в Управлении информационных систем (г. Москва); департаменте цифрового развития Воронежской области.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- АРМ – автоматизированное рабочее место
- АСУ – автоматизированная система управления
- ДЛ – должностное лицо
- ЕГСВЦ – Единая государственная сеть вычислительных центров
- ЕМИСС – Единая межведомственная информационно-статистическая система
- ИН – информационная нагрузка
- ЛПР – лицо, принимающее решение
- НТК – научно-техническая конференция
- ОГАС – объединения государственной автоматизированной системы
- ОГВ – органы государственной власти
- ОК – объект контроля
- РСЦ – распределенный ситуационный центр
- ЦСУ – центральное статистическое управление
- ЭВМ – электронно-вычислительная машина

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Beckmann, M. J. Dynamic programming of economic decisions / M. J. Beckmann. – Berlin : Springer, 1968. – 144 p.
2. Calvo, G. A. Macroeconomics in Times of Liquidity Crises: Searching for Economic Essentials / G. A. Calvo. - Cambridge : MIT Press, 2016. – 192 p.
3. Chizhikov E. N. Theoretical Approach for Evaluating the Connectivity of Distributed Systems and Telecommunications for the Digital Economy. / E. N. Chizhikov, A. A. Gorbunov, A. S. Belov, E. L. Trakhinin, D. V. Stavitskii. // Automatic Control and Computer Sciences, 2021. – Vol. 55, No. 8, – P. 1149-1152.
4. Dewatripont, M. The Firm as a Communication Network / M. Dewatripont, P. Bolton. // The Quarterly Journal of Economics. - Oxford : Oxford University Press, 1994. Vol. 109, No. 4. – P. 809-839.
5. Keren, M. The internal organization of the firm and the shape of average costs / M. Keren, D. Levhari. // The Bell Journal of Economics. - New York : American Telephone and Telegraph Company, 1983. – P. 474-486
6. Levhari, D. The optimum span of control in a pure hierarchy / D. Levhari, M. Keren. // Management science. - Catonsville : INFORMS, 1979. – P. 1162-1172.
7. Radner, R. The organization of decentralized information processing / R. Radner. // Econometrica. - Oxford : Blackwell Publishing Ltd., 1993. – Vol. 61, No. 5. - P. 1109-1146.
8. Rosen, S. Authority, Control, and the Distribution of Earnings / S. Rosen. // Bell Journal of Economics. - New Jersey : Blackwell Science, 1982. -Vol. 13, No. 2. – P. 311-323.
9. Rossikhina L.V. Models and algorithms for optimizing security management of critical social infrastructure facilities / L.V. Rossikhina, D.E. Orlova – DOI 10.1088/1742-6596/1902/1/012084 // Journal of Physics: Conference Series. Current Problems. Сер. «International Conference «Applied Mathematics, Computational Science and Mechanics: Current Problems», AMCSM 2020» 2021. С. 012084.

10. Shchepkin A. Methodology and technology of control systems development / V. Burkov, A. Shchepkin, V. Irikov, V. Kondratiev // *Studies in Systems, Decision and Control*, 2019. Vol. 181. – P. 15-27.

11. Авдеева, З. К. О постановке задач управления ситуацией со многими активными субъектами с использованием когнитивных карт / З. К. Авдеева, С. В. Коврига. // *Управление большими системами*. – 2017. – Вып. 68. – С. 74-99.

12. Альянах, И. Н. Моделирование вычислительных систем / И. Н. Альянах. – Ленинград : Машиностроение. Ленинградское отделение, 1988. – 223 с.

13. Анисимов, В. Г. Методика оценки эффективности защиты информации в системе межведомственного информационного взаимодействия при управлении обороной государства / В. Г. Анисимов, Е. Г. Анисимов, А. А. Селиванов. // *Информация и космос*. – 2016. – №4. – С. 76-80.

14. Анисимов, Е. Г. Проблемы научно-методического обеспечения межведомственного информационного взаимодействия / Е. Г. Анисимов, В. Г. Анисимов, И. В. Солохов // *Военная мысль*. – 2017. – №12. – С. 45-51.

15. Анисимова, В. Ю. Современная парадигма управления инновациями: теория, методология, моделирование, практика: монография / В. Ю. Анисимова, Е. А. Башкан, М. Г. Беляева [и др.] ; под общ. ред. Н. М. Тюкавкина. – Самара : Изд-во «Самарский университет», 2016. – 211 с.

16. Ахо, А. Структуры данных и алгоритмы : учебное пособие / А. Ахо, В. Хопкрофт, Д. Ульман, Д. Джеффри. – Москва : Вильямс, 2000. – 384 с.

17. Баркалов, С. А. Информационная безопасность при управлении техническими системами : учебное пособие / С. А. Баркалов, О. М. Барсуков, В.Е. Белоусов, К. В. Славнов. – Санкт-Петербург: ИЦ Интермедия, 2016. – 528 с.

18. Баркалов, С. А. Ресурсно-временной анализ в задачах календарного планирования при автоматизированном управлении сложными системами / С. А. Баркалов, В. Е. Белоусов, Нуен Тхань Ньян // *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2019. – Т. 19. № 4. – С. 109-115.

19. Берталанфи, Л. Общая теория систем. Основания, развитие, сферы применения / Л. Берталанфи. // Системные исследования: Ежегодник. Москва : Наука, 1969. – С. 30-54.

20. Бир, С. Кибернетика и управление производством : монография / С. Бир ; пер. с англ. В. Я. Алтаева ; под ред. А. Б. Челюсткина ; – 2-е изд. – Москва : Наука, 1965. – 391 с.

21. Бир, С. Мозг фирмы : монография / С. Бир; пер. с англ. М. Лопухина – Москва : Эдиториал РУСС, 2005. – 415 с.

22. Бир, С. Наука управления : монография / С. Бир; пер. с англ. Л. А. Какунина ; предисл. С. В. Емельянова. – 3-е изд. – Москва: Издательство ЛКИ, 2010. – 112 с.

23. Бодрунов, С. Д. Маркетинг информационных услуг: модели управления : монография / С. Д. Бодрунов, И. В. Максимей. – Москва: Луч, 1992. – 127 с.

24. Бородакий, Ю. В. Основы теории управления в системах специального назначения : учебник / Ю. В. Бородакий, А. В. Боговик, В. И. Курносков, Ю. Г. Лободинский, В. В. Масановец, И. Б. Паращук ; под общей ред. Ю. В. Бородакия, В.В. Масановца. – Москва : Управление делами Президента Российской Федерации, 2008. – 400 с.

25. Бородюк, В. П. Статистические методы в инженерных исследованиях (лабораторный практикум): учебное пособие / В. П. Бородюк , А. П. Воцанин , А. З. Иванов и др.; Под ред. Круга Г. К.. – Москва : Высш. школа, 1983. – 216 с.

26. Бочков, М. В. Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления / М. В. Бочков, Е. И. Новиков, О. В. Тараканов; под ред. М. В. Бочкова. – Орёл: Академия ФСО России, 2007. – 406 с.

27. Бурков, В. Н. Введение в теорию управления организационными системами : учебник / В. Н. Бурков, Н. А. Коргин, Д. А. Новиков ; под ред. чл.-корр. РАН Д.А. Новикова. – Москва : Либроком, 2009. – 264 с.

28. Бурковский, В. Л. Алгоритмизация процессов принятия решений в условиях развивающихся информационных систем / В. Л. Бурковский, Д. Э. Елизаров // Новые технологии в научных исследованиях, проектировании, управ-

лении, производстве. труды Всероссийской конференции. Серия «Новые технологии». – 2013 – С. 26-27.

29. Бурковский, В. Л. Алгоритмизация процессов принятия решений в условиях развивающихся информационных систем / В. Л. Бурковский, Д. Э. Елизаров // Новые технологии в научных исследованиях, проектировании, управлении, производстве. труды Всероссийской конференции. Серия «Новые технологии». – 2013 – С. 26-27.

30. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения : учебное пособие / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – Москва : Академия, 2003. – 459 с.

31. Глушков, В. М. Введение в кибернетику : монография / В. М. Глушков. – Киев : издательство академии наук УССР, 1964. – 324 с.

32. Гнатюк, В. И. Моделирование систем : учебное пособие / В. И. Гнатюк, Л. И. Двойрис [и др.]. – Калининград : КПИ, 2009. – 650 с.

33. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике. Термины и определения = Dependability in technics. Terms and definitions. : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 июня 2016 г. № 654-ст : введен взамен ГОСТ 27.002-89 : дата введения 2017-03-01. / разработан Обществом с ограниченной ответственностью "Институт надежности машин и технологий" – Москва : Стандартиформ, 2016. – 30 с.

34. ГОСТ 7.0.11–2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. № 811-ст : введен впервые : дата введения 2012-09-01. / разработан Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российская государственная библиотека» – Москва : Стандартиформ, 2012 – 11 с.

35. Единый регламент взаимодействия распределенных ситуационных центров, утверждённый решением Межведомственной комиссии по координации деятельности федеральных органов исполнительной власти по созданию системы распределенных ситуационных центров, работающих по единому регламенту взаимодействия (протокол №2 от 07.05.2015).

36. Еременко, В. Т. Методы решения задач распределения информационных потоков в сетях передачи данных предприятия на основе резервирования ресурсов : монография / С. И. Афонин, В. Т. Еременко, Л. В. Кузьмина, и др. // Информационные системы и технологии. – 2012. – № 1. – С. 78–84.

37. Зацаринный, А. А. Анализ влияния надежности оборудования ситуационных центров на информационную безопасность / А. А. Зацаринный, В. И. Королёв, А. И. Гаранин. – DOI 10.14357/08696527200108 // Системы и средства информатики. – 2020. – Т. 30, вып. 1. – С. 93–107.

38. Иванов, В. Г. Теория и практика построения технической основы системы управления специального назначения : монография / В. Г. Иванов, С. А. Панихидников. – Санкт-Петербург : СПбГУТ, 2016. – 184 с.

39. Иванов, Е. В. Имитационное моделирование средств и комплексов связи и автоматизации: учебное пособие / Е. В. Иванов. – Санкт-Петербург : ВАС, 1992. – 206 с.

40. Измоденова, К. В. Об оптимальном управлении процессом распространения информации / К. В. Измоденова, А. П. Михайлов. // Математическое моделирование. – 2005. Т. 17, вып. 5. – С. 67-76.

41. Ильин, Н. И. Рекомендации по методологии работ ситуационно-имитационной экспертизы управленческих решений в системе ситуационных центров органов государственной власти : монография / Н. И. Ильин, Н. Б. Кобелев, В. В. Девятков, А. М. Плотников. – Москва : Курс, 2018. – 174, с.

42. Ильин, Н. И. Ситуационные центры развития как интеграторы государственного управления в саморазвивающихся полисубъектных средах : монография / Зацаринный А. А., Ильин Н. И., Колин К. К. [и др.] ; под редакцией В. Е. Лепского, А. Н. Райкова. – Москва : Когито-Центр, 2019. – 252 с.

43. Ильин, Н. И. Ситуационные центры: опыт, состояние, тенденции развития : монография / Н. И. Ильин, Н. Н. Демидов, Е. В. Новикова. – Москва : МедиаПресс, 2011. – 334 с.
44. Кежаев, В. А. Теория управления и методы обоснования и принятия решений : учебник / В. А. Кежаев, В. Г. Староселец, В. Г. Анисимов. – Санкт-Петербург : Издание МВАУ, 2004. – 432 с.
45. Китов, А. И. Электронные цифровые машины и программирование / А. И. Китов, Н. А. Криницкий. – Москва: Изд-во физико-математической литературы, 1959. – 295 с.
46. Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников : монография / А. И. Кобзарь. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 813 с. – ISBN 5-9221-0707-0.
47. Козлов, С. В. От системы обмена данными к информационно-телекоммуникационным сетям и ситуационным центрам (К 60-летию заместителя директора ИПИ РАН по научной работе А. А. Зацаринного) / С. В. Козлов, В. Н. Захаров, В. Е. Хохлов. // Системы и средства информатики. – 2011. – Т. 21, вып. 2. – С. 211-218.
48. Кристофидес, Н. Теория графов. Алгоритмический подход : монография / Н. Кристофидес. – Москва : Мир, 1978. – 432 с.
49. Крылов, С. М. Неокибернетика : алгоритмы, математика эволюции и технологии будущего : монография / С. М. Крылов. – Москва : URSS, 2008. – 288 с.
50. Кукушкин, А. А. Теоретические основы автоматизированного управления. Часть 1. Основы анализа и оценки сложных систем : пособие / А. А. Кукушкин. – Орёл : ВИПС, 1998. – 254 с.
51. Лагутин, М. Б. Наглядная математическая статистика : учебное пособие / М. Б. Лагутин. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 472 с.
52. Ландэ, Д. В. Динамика информационных потоков и информационные операции : информ.-аналит. журн. / Информационные технологии для менеджмента. – Киев, 2010. – С. 22-27.

53. Ландэ, Д. В. Моделирование динамики информационных потоков / Д.В. Ландэ. // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 6. – С. 652-654.
54. Лепский, В. Е. Прорывное ситуационное управление / В. Е. Лепский, В. П. Бауэр, А. А. Зацаринный, Н. И. Ильин, К. К. Колин, Г. Г. Малинецкий, А. Н. Райков, С. Н. Сильвестров. – DOI 10.25728/2018.5.4 // Проблемы управления. – 2018. – Вып. 5. – С. 31-38.
55. Луман, Н. Социальные системы. Очерк общей теории : монография / Н. Луман ; под ред. Н. А. Головина ; пер. с нем. И. Д. Газиева. – Санкт-Петербург : Наука, 2007. – 641 с.
56. Максимей, И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ / И. В. Максимей. – Москва : Радио и связь, 1988. – 230 с.
57. Малинецкий, Г. Г. Проблемы математической истории : основания, информационные ресурсы, анализ данных : монография / Г. Г. Малинецкий, А. В. Коротаев ; Российская акад. наук, Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша ; – Москва : URSS, 2009. – 255 с.
58. Математическая энциклопедия : монография / Под общ ред. И. М. Виноградова. – Москва : Советская Энциклопедия, 1982. – Т. 3. – 1183 с.
59. Матурана, У. Древо познания : биологические корни человеческого понимания : монография / У. Матурана, Ф. Варела. – 2-е изд. ; пер. с англ. Ю. А. Данилова. – Москва : URSS : ЛЕНАНД, 2019. – 316 с.
60. Никаноров, С. П. Введение в концептуальное проектирование АСУ: анализ и синтез структур : учебное пособие / С. П. Никаноров, Н. К. Никитина, А. Г. Теслинов. – Москва : РВСН, 1995. – 234 с.
61. Новиков, Д. А. Курс теории активных систем : монография / Д. А. Новиков, С. Н. Петраков. – Москва : СИНТЕГ, 1999. – 104 с.
62. Новиков, Д. А. Методология управления : монография / Д. А. Новиков. – Москва : Либроком, 2011. – 128 с. – ISBN 978-5-397-02308-5.
63. Новиков, Д. А. Структура теории управления социально-экономическими системами / Д.А. Новиков // Управление большими системами. – 2009. – № 24. – С. 216-237.

64. Новиков, Д. А. Теория управления организационными системами : монография / Д. А. Новиков. – Москва : МПСИ, 2005. – 584 с.

65. Оптнер, С. Л. Системный анализ для решения проблем бизнеса и промышленности : монография / С. Л. Оптнер. – 2-е изд. ; пер. с англ., С. П. Никанорова. – Москва : Концепт, 2003. – 206 с.

66. План первоочередных мероприятий, направленных на формирование и обеспечение функционирования системы распределенных ситуационных центров, работающих по единому регламенту взаимодействия (утвержден Президентом Российской Федерации от 05.10.2014 № Пр-2363).

67. Поручение Президента Российской Федерации от 03.10.2013 № Пр2308 «О концепции создания системы распределенных ситуационных центров, работающих по единому регламенту».

68. Поспелов, Д. А. Ситуационное управление. Теория и практика : монография / Д. А. Поспелов. – Москва : Наука, 1986. – 284 с.

69. Программа оценивания надежности и живучести сетей связи с учетом эффективного информационного взаимодействия между их элементами / разработчики А.С. Белов, Е. Л. Трахинин, В.А. Радаев. – свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019614559 Российская Федерация // опубликована 08.04.2019.

70. Программа оценки эффективности комплексного использования информационных ресурсов в системе распределенных ситуационных центров / разработчики Е. Л. Трахинин, А.С. Белов, М. М. Добрышин, Н. Ю. Борзова, К. М. Слесарева – свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022616258 Российская Федерация // опубликована 12.04.2022.

71. Программа поддержки принятия решений по оцениванию и повышению восстанавливаемости сетей связи / разработчики А. С. Белов, Е. Л. Трахинин, М. О. Сучков – свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019611324 Российская Федерация // опубликована 24.01.2019.

72. Программа рационального управления информационным обменом в системе распределенных ситуационных центров / разработчики Е. Л. Трахинин,

А.С. Белов, М.М. Добрышин – свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022617623 Российская Федерация // опубликована 12.04.2022.

73. Райков, А. Н. Конвергентное управление и поддержка решений : монография / А. Н. Райков. – Москва : Изд-во ИКАР, 2008. – 245 с.

74. Россихина Л. В. Оценка устойчивости оптимальных решений при управлении комплексной безопасностью объектов социального назначения / Л. В. Россихина, Д. Е. Орлова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2021. – № 1 (36). – С. 95-99.

75. Россихина Л. В. Результаты апробации комплекса программ поддержки принятия решений при управлении безопасностью объектов социального назначения / Л. В. Россихина, Д. Е. Орлова // Вестник Воронежского института высоких технологий. – Воронеж, 2021. – № 1 (36). – С. 91-94.

76. Россихина Л. В. Решение задачи распределения ресурса на основе критерия рациональности Нэша / Л. В. Россихина // Вестник Воронежского института ФСИН России. – Воронеж, 2021. – № 3. – С. 111-115.

77. Россихина Л. В. Теоретико-игровое и имитационное моделирование механизмов распределения ресурса в активной системе / Л. В. Россихина // Вестник Воронежского института ФСИН России. – Воронеж, 2021. – № 2. – С. 87-93.7

78. Русецкий, А. М. Автоматизация и управление в технологических комплексах : монография / А. М. Русецкий [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 375 с.

79. Садовников, В. И. Потoki информации в системах управления : монография / В. И. Садовников, В. Л. Эпштейн. – Москва : Энергия, 1974. – 238 с.

80. Садовский, В. Н. Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ : монография / В. Н. Садовский. – Москва: Наука, 1974. – 279 с.

81. Саркисян, С. А. Теория прогнозирования и принятия решений : учебное пособие / С. А. Саркисян, Э. С. Минаев, В. И. Каспин [и др.] – Москва : Высшая школа, 1977. – 351 с.

82. Симанков, В. С. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов : монография (научное издание) / В. С. Симанков, Е. В. Луценко. – Краснодар : Изд-во ТУ КубГТУ, 1999. – 317 с.

83. Славин, Б. Б. Ситуационные центры развития в полисубъектной среде / Б. Б. Славин, В. Е. Лепский, А. А. Зацаринный, Н. И. Ильин, К. К. Колин, Г. Г. Малинецкий, Д. А. Новиков, А. Н. Райков, С. Н. Сильвестров. // Проблемы управления. – 2017. – Вып. 5. – С. 31-42.

84. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – Москва : Высшая школа, 2005. – 343 с.

85. Соколов, Б. В. Научно-методические направления подготовки специалистов в системе распределенных ситуационных центров и центров компетенций / Б. В. Соколов, В. И. Салухов // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2018. – Вып. 6-3. – С. 89-96.

86. Способ моделирования варианта построения распределенной сети связи вышестоящей системы управления: пат. 2722924 Российская Федерация, МПК G06F 17/00 / Е.Л. Трахинин, [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВО МВАА. – № 2019117179; заявл. 03.06.2019; опубл. 04.06.2020, бюл. № 16 (несекретно).

87. Способ моделирования распределенной сети связи вышестоящей системы управления с необходимым уровнем надежности ее элементов: пат. 2736528 Российская Федерация, МПК H04B 17/00 / Е.Л. Трахинин, [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВО МВАА. – № 2020116932; заявл. 12.05.2020; опубл. 17.11.2020, бюл. № 32 (несекретно)

88. Стародубцев, Ю. И. Управление качеством информационных услуг : монография / Ю. И. Стародубцев, А. Н. Бегаев, М. А. Давлятова ; под общ. ред. Ю. И. Стародубцева. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. Ун-та, 2017. – 453 с.

89. Таха, Х. Введение в исследование операций : в 2-х т. Т. 1. : монография / Х. Таха ; пер. с англ. А. А. Минько. – Москва : Мир, 1985. – 479 с.
90. Таха, Х. Введение в исследование операций : в 2-х т. Т. 2. : монография / Х. Таха ; пер. с англ. А. А. Минько. – Москва : Мир, 1985. – 496 с.
91. Трахинин, Е. Л. Безопасность цифровой среды экономических объектов / Е. Л. Трахинин [и др.] ; монография под ред. Е. В. Стельмашонок, И. Н. Васильевой. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГЭУ, 2022. – 158 с.
92. Трахинин, Е. Л. Метод оценки и выбора надежного ситуационного центра с использованием доминантного закона распределения случайных величин / Е. Л. Трахинин // Системы управления и информационные технологии. – Воронеж, 2022. – № 1 (87). – С. 40-44.
93. Трахинин, Е. Л. Метод прогнозирования периодичности контроля состояния элементов системы распределенных ситуационных центров при их мониторинге / Е. Л. Трахинин // Информационные системы и технологии – Орёл, 2022. – № 1 (129). – С. 77-82.
94. Трахинин, Е. Л. Моделирование возможных последствий внешних информационных воздействий на распределенную сеть связи / В. Г. Анисимов, Е. Г. Анисимов, А. С. Белов, Е. Л. Трахинин // Телекоммуникации. – Москва, 2020. – № 12. – С. 32-38.
95. Трахинин, Е. Л. Моделирование процесса комплексного применения разнородных ресурсов в интересах сети связи вышестоящей системы управления в условиях внешних деструктивных воздействий / Д. П. Гасюк, Е. В. Гречишников, А. С. Белов, Е. Л. Трахинин // Телекоммуникации. – Москва, 2020. – № 1. – С. 27-34.
96. Трахинин, Е. Л. Моделирование процесса управления информационным обменом на основе комплексных показателей эффективности в системе распределенных ситуационных центров и критериев их важности / Е. Л. Трахинин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии – Воронеж, 2021. – Том 9. – № 2. – С. 82-92.

97. Трахинин, Е. Л. Модель и алгоритм обоснования периодичности контроля связности распределенных сетей связи в процессе их мониторинга / А. С. Белов, Э. Н. Чижиков, А. А. Горбунов, Е. Л. Трахинин // Телекоммуникации. – Москва, 2020. – № 3. – С. 34-38.

98. Трахинин, Е. Л. Модель поддержки принятия решения по оптимальному контролю технического состояния сетей связи и метод ее решения / А. С. Белов, Е. Л. Трахинин, Р. В. Аниськов // Научно-технический сборник XI Всероссийской межведомственной научной конференции «Актуальные направления развития систем охраны, специальной связи и информации для нужд органов государственной власти Российской Федерации», – Орёл : Академия ФСО России, 2019 г. – Ч. 8. – С. 174 – 177.

99. Трахинин, Е. Л. Научно-методический подход по оцениванию надежности системы распределенных ситуационных центров с учетом эффективности информационного взаимодействия между ее элементами / А. С. Белов, Е. Л. Трахинин, А. Н. Пугачев // Сборник статей конференции «Информатика и вычислительная техника». ФГАУ «Военный инновационный техно-полис «ЭРА». – Анапа, 2019. – С. 99-106.

100. Трахинин, Е. Л. Оценка уровня профессиональной пригодности должностных лиц ситуационных центров / Белов А.С., Е. Л. Трахинин, А. Н. Реформат // Межвузовская научно-практическая конференция «Применение современных технологий в служебно-боевой деятельности», – Пермь : ПВИВНГ, 2022 г.

101. Трахинин, Е. Л. Теоретический подход по оцениванию эффективности комплексного использования информационных ресурсов в интересах системы распределенных ситуационных центров / Е. Л. Трахинин, А. С. Белов, И. Д. Казенов // Труды XXXVIII Всероссийской НТК «Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем» / под ред. Ю.В. Астапенко, Ю.А. Романенко.: Фил. Воен. акад. РВСН им. Петра Великого – Серпухов, 2019. – Ч. 3. – С. 206–211.

102. Уемов, А. И. Системный подход и общая теория систем: монография / А. И. Уемов. – Москва : Мысль, 1978. – 272 с.

103. Уильямсон, О. И. Исследования стратегий фирм: возможности концепции механизмов управления и концепции компетенций / О. И. Уильямсон // Российский журнал менеджмента. – 2003. – №2. – С. 79-114.

104. Указ Президента Российской Федерации от 25.07.2013 № 648 «О формировании системы распределенных ситуационных центров, работающих по единому регламенту взаимодействия».

105. Хабибулин Р. Ш. Показатель эффективности многоагентной системы управления пожарной безопасностью на промышленных объектах / А. В. Смирнов, Р. Ш. Хабибулин, Д. В. Тараканов // Сборник трудов XIII Всероссийского совещания по проблемам управления ВСПУ-2019. Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН. – 2019. – С. 3075-3079.

106. Хабибулин Р. Ш. Разработка и обучение модели искусственной нейронной сети для создания систем поддержки принятия решений / А. О. Чупакова, С. В. Гудин, Р. Ш. Хабибулин // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2020. – № 3. С. 61-73.

107. Хабибулин Р. Ш. Технология ситуационного управления пожарной безопасностью нефтеперерабатывающего предприятия на основе метода прецедентов / А. Г. Мусайбеков, Р. Ш. Хабибулин // Информатика, управление и системный анализ. – 2018. – С. 109-116.

108. Хан, Г. Статистические модели в инженерных задачах : монография / Г. Хан, С. Шапиро. – Москва : Мир, 1969. – 395 с.

109. Шабанов, А. П. Управление инфокоммуникационными проектами: своевременность-производительность-информация / А. П. Шабанов, А. А. Зацаринный // Информатика и её применения. – 2011. – Т. 5, вып. 4. – С. 76-83.

110. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука : монография / Р. Шеннон ; под общ. ред. Е. К. Масловского. – Москва : Мир, 1978. – 424 с.

111. Щепкин А. В. Информационные технологии разработки систем управления глобальной безопасностью / В. Н. Бурков, И. В. Буркова, А. В. Щепкин // Стратегические приоритеты. – 2018. – № 1 (17). – С. 25-37.

112. Щепкин А. В. Комплексный механизм управления развитием организации / В. Н. Бурков, А. В. Щепкин, К. Е. Амелина, З. М. Даулбаева, С. А. Рязанцев // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19. – № 3. – С. 79-87.

113. Щепкин А. В. Метод синтеза системы комплексного оценивания / В. Н. Бурков, И. В. Буркова, А. В. Щепкин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2020. – Т. 20. – № 4. – С. 63-73.

114. Щепкин А. В. Модели согласованного комплексного оценивания в задачах принятия решений / В. Н. Бурков, И. В. Буркова, Н. А. Коргин, А. В. Щепкин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2020. – Т. 20. – № 2. – С. 5-13.

115. Янг, С. Системное управление организацией: монография / С. Янг. – Пер. с англ. Э. А. Антонова, А. В. Горбунова, Г. И. Шепелева ; под ред. С. П. Никанорова, С. А. Батасова. – Москва : Советское радио, 1972. – 454 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2019614559

**Программа оценивания надежности и живучести сетей связи
с учетом эффективного информационного взаимодействия
между их элементами**

Правообладатель: **Федеральное государственное казенное военное
образовательное учреждение высшего образования "Академия
Федеральной службы охраны Российской Федерации" (RU)**

Авторы: **Белов Андрей Сергеевич (RU), Трахинин Егор Леонидович
(RU), Радаев Вадим Александрович (RU)**

Заявка № 2019613505

Дата поступления 04 апреля 2019 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 08 апреля 2019 г.

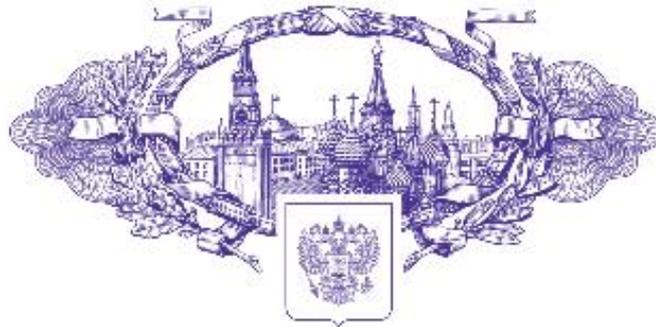


Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2022617593

**ПРОГРАММА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ В СИСТЕМЕ
РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ**

Правообладатель: *Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования "Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации" (RU)*

Авторы: *Трахинин Егор Леонидович (RU), Белов Андрей Сергеевич (RU), Добрышин Михаил Михайлович (RU), Борзова Наталья Юрьевна (RU), Слесарева Ксения Максимовна (RU)*

Заявка № 2022616258

Дата поступления 12 апреля 2022 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 22 апреля 2022 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов
Подпись: Ю.С. Зубов
Иван Сергеевич
Директор

Ю.С. Зубов

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2022617623

**ПРОГРАММА РАЦИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ИНФОРМАЦИОННЫМ ОБМЕНОМ В СИСТЕМЕ
РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ**

Правообладатель: *Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования "Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации" (RU)*

Авторы: *Трахинин Егор Леонидович (RU), Белов Андрей Сергеевич (RU), Добрышин Михаил Михайлович (RU), Саятин Захар Романович (RU), Мануйлова Маргарита Сергеевна (RU)*

Заявка № 2022616173

Дата поступления 12 апреля 2022 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 25 апреля 2022 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов
Подпись: Ю.С. Зубов
Дата: 2022.04.25

Ю.С. Зубов

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2019611324

**Программа поддержки принятия решений по оцениванию
и повышению восстанавливаемости сетей связи**

Правообладатель: **Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования "Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации" (RU)**

Авторы: **Белов Андрей Сергеевич (RU), Трахинин Егор Леонидович (RU), Сучков Марк Олегович (RU)**

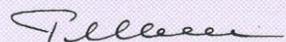
Заявка № 2019610260

Дата поступления 15 января 2019 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 24 января 2019 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев



ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Акты о внедрении и реализации

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника
УИС Спецсвязи ФСО России
доктор технических наук
профессор Н.И. Ильин

« 17 » / 11 / 2022 г.

А К Т

о внедрении результатов диссертационной работы
Трахинина Егора Леонидовича в деятельность
управления информационных систем Спецсвязи ФСО России

Настоящий акт составлен в том, что материалы диссертационной работы Трахинина Е.Л. на тему: «Управление в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между распределенными ситуационными центрами» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.4 «Управление в организационных системах» внедрены и используются в деятельности УИС Спецсвязи ФСО России.

Новый этап развития системы распределенных ситуационных центров включает новые взгляды на выработку обоснованных управленческих решений на основе интеграции информационных ресурсов, технологий сбора, верификации, обработки и предоставления информации, применения сервисов инфокоммуникационного взаимодействия между ситуационными центрами, что требует модернизации механизмов управления указанными процессами.

При разработке и реализации методического инструментария для формирования требований к ситуационным центрам государственных органов, работающих по единому регламенту взаимодействия, использованы следующие материалы диссертационной работы Трахинина Е.Л.:

- модели оценок эффективности информационного обмена, комплексного использования информационных ресурсов и рационального управления информационным обменом между распределенными ситуационными центрами;
- алгоритмы оценки и выбора распределенного ситуационного центра и алгоритм прогнозирования периодичности контроля состояния распределенных ситуационных центров;
- программный комплекс поддержки принятия решений при управлении в организационных системах, реализующих структуру распределенных ситуационных центров.

Заместитель начальника 7 отдела
УИС Спецсвязи ФСО России
кандидат технических наук



А.С. Великих

Заместитель начальника 9 отдела
УИС Спецсвязи ФСО России
кандидат технических наук



А.В. Козачок

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

УТВЕРЖДАЮ



Руководитель департамента цифрового развития Воронежской области
Д.В. Волков

«16» 06 2022 г.

об использовании результатов диссертационной работы

Трахинина Егора Леонидовича

на тему: «Управление в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между распределенными ситуационными центрами»

Мы, нижеподписавшиеся заместитель руководителя департамента цифрового развития Воронежской области-начальник отдела развития информационно-телекоммуникационной инфраструктуры Сафонов Максим Игоревич, заместитель начальника отдела развития информационно-телекоммуникационной инфраструктуры Лебедев Валентин Дмитриевич составили настоящий акт о том, что при прогнозировании эффективности информационного обмена между ситуационными центрами (обмене сообщений, данных, информации, представленных в форме для сбора, передачи, хранения, актуализации, обработки, интерпретации в соответствии с конкретными запросами), использованы следующие рабочие материалы, полученные в диссертационной работе Трахинина Е.Л., а именно:

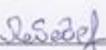
- модели оценки эффективности информационного обмена между распределенными ситуационными центрами;
- модель рационального управления информационным обменом между распределенными ситуационными центрами;
- программное обеспечение комплексного использования информационных ресурсов между распределенными ситуационными центрами.

Указанные научные результаты использованы при решении задач информационно-аналитической поддержки реализации государственной политики в сфере социально-экономического и общественного политического развития страны. При использовании материалов Трахинина Е. Л. повысились показатели эффективности управления информационным обменом между распределенными ситуационными центрами на 5–7%.

Заместитель руководителя департамента
цифрового развития Воронежской области

 М.И. Сафонов

Заместитель начальника отдела
развития информационно-
телекоммуникационной инфраструктуры

 В.Д. Лебедев

«16» 06 2022 г.

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ Б

УТВЕРЖДАЮ
Временно исполняющий обязанности
начальника Академии ФСО России
кандидат технических наук



А.А. Кисляк

« 21 » июня 2022 г.

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы
Трахинина Егора Леонидовича

Настоящим актом подтверждается, что результаты диссертационной работы Трахинина Е.Л. на тему: «Управление в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между распределенными ситуационными центрами», а именно:

– модели оценок эффективности и рационального управления информационным обменом между распределенными ситуационными центрами;
– алгоритмы прогнозирования состояния распределенных ситуационных центров

внедрены в учебный процесс ФГКВООУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации» и включены в рабочую программу учебной дисциплины «Основы теории управления» в виде двух лекций и одного семинарского занятия по указанной учебной дисциплине.

Сотрудник Академии ФСО России
кандидат технических наук, доцент

М.А. Сазонов

« 21 » июня 2022 г.