

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Орел – 2022

Работа выполнена в федеральном государственном казенном военном образовательном учреждении высшего образования «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации»

Научный
руководитель:

Белов Андрей Сергеевич – доктор
технических наук, доцент

Официальные
оппоненты:

Щепкин Александр Васильевич, доктор технических наук, профессор, ФГБУН «Институт проблем управления имени В.А. Трапезникова Российской академии наук», лаборатория 57, главный научный сотрудник

Россихина Лариса Витальевна, доктор технических наук, доцент, ФКОУ ВО «Воронежский институт ФСИН России», кафедра информационной безопасности телекоммуникационных систем, профессор

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России»
(г. Москва)

Защита состоится 30 сентября 2022 г. в 12.00 на заседании диссертационного совета 24.2.286.04, созданного на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», по адресу: г. Воронеж, Московский просп., 14, ауд. 216

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» и на сайте www.cchgeu.ru.

Автореферат разослан 25.07.2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Гусев Константин Юрьевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. 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).

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.

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.

Вопросами управления в организационных системах, оценкой эффективности функционирования сложных организационных систем в разные годы занимались такие известные ученые, как 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. Над исследованием моделей описания и оценок эффективности решения задач управления и принятия решений работали Н. А. Коргин, С. П. Никаноров, С. Оптнер, С. Янг, А. И. Уемов, У. Матурана, Ф. Варела, Н. Лумаа, С. М. Крылоа. 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, часто 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.

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.

Исследования, получившие отражение в диссертации, выполнены в соответствии с планами научно-исследовательских работ ФГКВОУ ВО «Академия ФСО России» (г. Орёл).

Целью работы является повышение эффективности управления в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ особенностей управления в организационных системах, реализующих структуру распределенных 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».

Объект исследования – управление в организационных системах, реализующих структуру РСЦ.

Предметом 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.

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.

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 минималь-

ных) 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.

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 определение 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.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии теории управления на основе разработанного научно-методического аппарата (моделей и алгоритмов) оценки и повышения эффективности управления в организационных системах, реализующих структуру распределенных 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 распределенных РСЦ за счет возможности выбора РСЦ при увеличении информационной нагрузки и определении рационального количества межповерочных интервалов при мониторинге их состояния.

Внедрение результатов работы. Результаты исследования внедрены в учебный процесс ФГКВОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», внедрены в практических подразделениях Управления информационных систем (г. Москва) и реализованы в практической деятельности департамента цифрового развития Воронежской области.

Соответствие паспорту специальности. Содержание диссертации соответствует следующим пунктам паспорта 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.

Апробация работы. Выступления на конференциях: XI Всероссийская межведомственная научная конференция «Актуальные направления развития систем охраны, специальной связи и информации для нужд органов государственной власти Российской Федерации», Орёл, 2019 г., XXXVIII Всероссийская научно-техническая конференция «Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем», Серпухов, 2019 г.; конференция «Информатика и вычислительная техника», Анапа, 2019 г.; межвузовская научно-практическая конференция «Применение современных информационных технологий в служебно-боевой деятельности», Пермь, 2022 г.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 17 научных работ (5 без соавторов [1–4, 13]), 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: в [5, 10, 11] – модель сложной организационной системы, в [14] – критерии эффективности комплексного использования информационных ресурсов между РСЦ, в [15] – алгоритм обоснования периодичности контроля состояния РСЦ, в [16, 17] – критерии учета человеческого фактора.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы из 115 наименований и приложения. Материал диссертации изложен на 132+литер. страницах машинописного текста, включая 41 илл. и 6 табл.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

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).

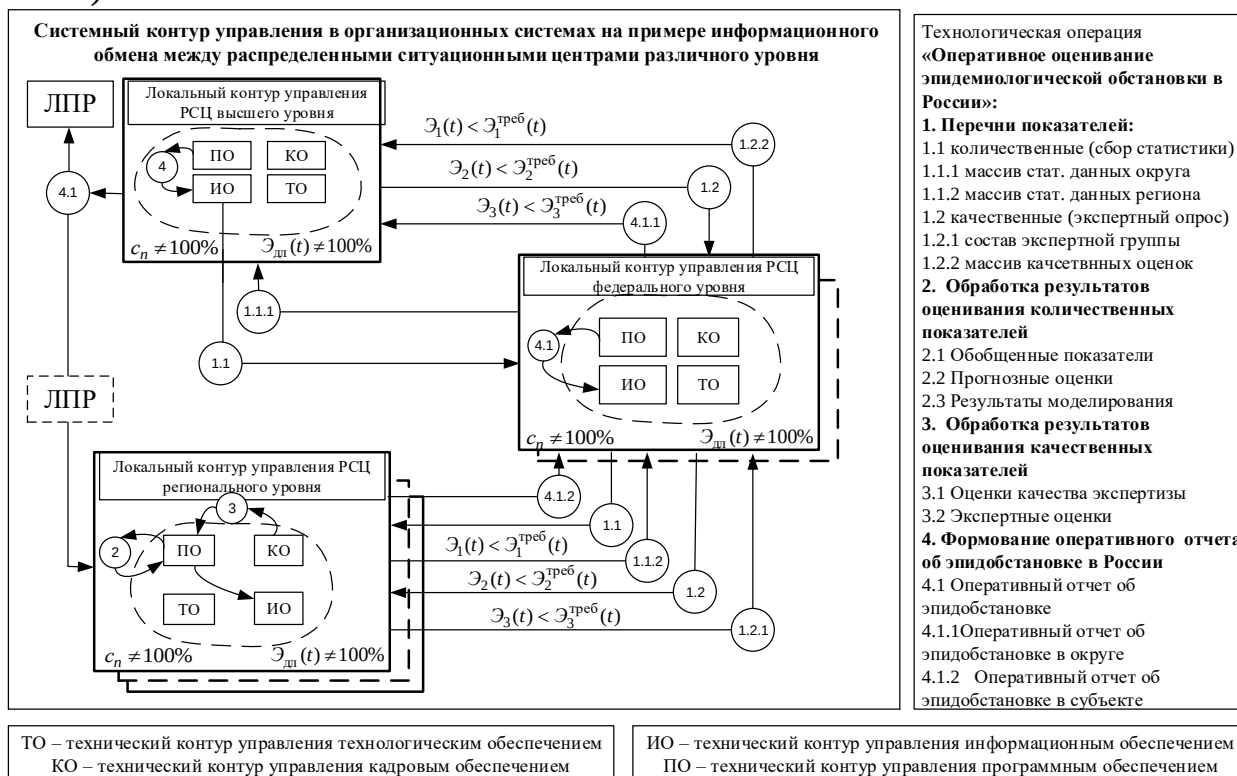


Рисунок 1 – Функциональная модель многоконтурного управления в организационных системах на примере информационного обмена между РСЦ различного уровня

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 $\Theta_1(t) < \Theta_1^{\text{треб}}(t)$, низкой эффективности комплексного использования информационных ресурсов $\Theta_2(t) < \Theta_2^{\text{треб}}(t)$, нерационального управления информационным обменом между РСЦ $\Theta_3(t) < \Theta_3^{\text{треб}}(t)$, недостаточного учета состояния РСЦ $c_n \neq 100\%$, недостаточного учета человеческого фактора $\Theta_{\text{дл}}(t) \neq 100\%$.

Эффективность управления в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ определяется соотношением:

$$\Theta_{\Sigma}(t) = \min\{\Theta_{\text{дл}}(t); \Theta_{\text{ин}}(t)\}, \quad (1)$$

где $\Theta_{\text{дл}}(t)$ – обобщенная характеристика уровня профессиональной пригодности должностных лиц РСЦ с учетом их психологических и психофизических качеств; $\Theta_{\text{ин}}(t)$ – оценки эффективности информационного обмена, комплексного использования информационных ресурсов и рационального управления с учетом прогнозирования состояния РСЦ. $\Theta_{\text{дл}}(t)$ определяются с помощью разработанного комплекса моделей и алгоритмов.

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, охватывающих всю совокупность контуров управления (рисунок 1).

Во втором разделе представлены разработанный комплекс моделей, структура взаимосвязи моделей с функциями управления и их влияние на оперативность управления (рисунок 2).

Модель оценки эффективности информационного обмена между РСЦ. Эффективность информационного обмена $\Theta_1(t)$ между РСЦ оценивается приращением за счет оперативности (информационного обмена), вероятности наиболее полного информационного обеспечения реализации возможностей ЛПР для достижения целей в общем.



Рисунок 2 – Обобщенная структура комплекса моделей оценок эффективности и рационального управления информационным обменом между РСЦ, их взаимосвязи с функциями управления и влияния на оперативность управления

При этом изменение вероятности информационной обеспеченности от k -го до n_u -го РСЦ во времени определяется

$$P_{kn_u}^{\chi}(g \leq t_{n_u\chi} - \tau_{kn_u}^{\chi*}) = \sum_{r_u=0}^{\infty} \frac{e^{-g} g^{n_u}}{n_u!} \int_0^{t_{n_u\chi} - \tau_{kn_u}^{\chi*}} \frac{(\lambda g)^{n_u-1} e^{-\lambda g}}{\lambda \Gamma(n)} dg, \quad (2)$$

где: r_u – объективные и (или) субъективные факторы, влияющие на информационный обмен между РСЦ; p_{r_u} – вероятность события r_u ; g – интенсивность фактора; λ – интенсивность противодействия фактору; $\tau_{kn_u}^{\chi*}$ – номинальное время формирования и доведения информации; $t_{n_u\chi}$ – время формирования и доведения одного управленческого решения; g – величина, характеризующая допустимую разницу между временем формирования и доведения одного управленческого решения по выполнению χ -й задачи и номинальным значением этого времени. Эффективность информационного обмена между РСЦ ($\mathcal{E}_1(t)$) определяется:

$$\mathcal{E}_1(t) = \prod_{k=1, k \neq n_u}^{N_u} P_{kn_u}^{\chi}(g \leq t_{n_u\chi} - \tau_{kn_u}^{\chi*}). \quad (3)$$

Результаты моделирования представлены на рисунке 3.

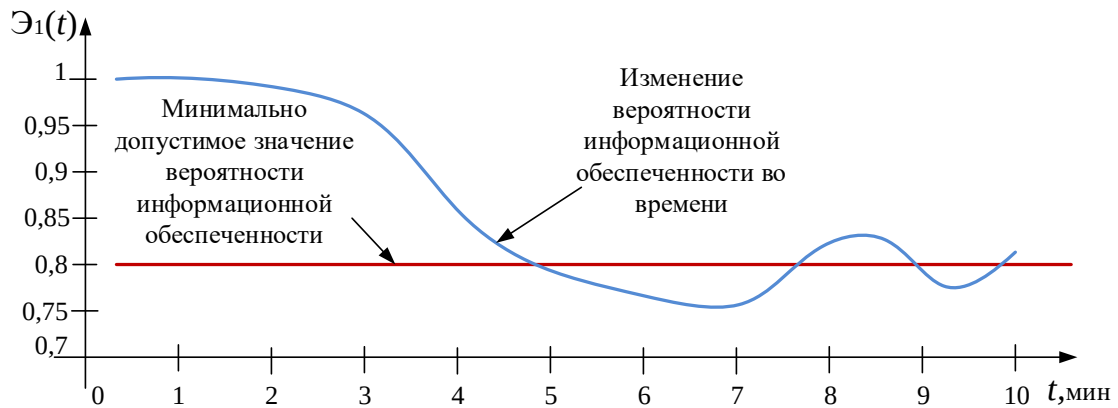


Рисунок 3 – Зависимость изменения вероятности информационной обеспеченности во времени

Модель оценки эффективности комплексного использования информационных ресурсов.

Эффективность комплексного использования информационных ресурсов $\Theta_2(t)$ представляется как степень реализации потенциальных возможностей имеющихся информационных ресурсов для достижения целей информационного обмена во времени и определяется

$$\Theta_2(t) = \frac{F[w_\chi(R_\chi, t)]}{\max_R F[w_\chi(R_\chi, t)]}, \quad (4)$$

где $R_\chi = \|r_{n\chi}\|$ – матрица объемов информационных ресурсов n -го типа, выделенных для выполнения χ -й задачи; $w_\chi(R_\chi, t)$ – показатель снижения возможностей РСЦ в результате выполнения χ -й задачи.

Результаты моделирования представлены на рисунке 4.

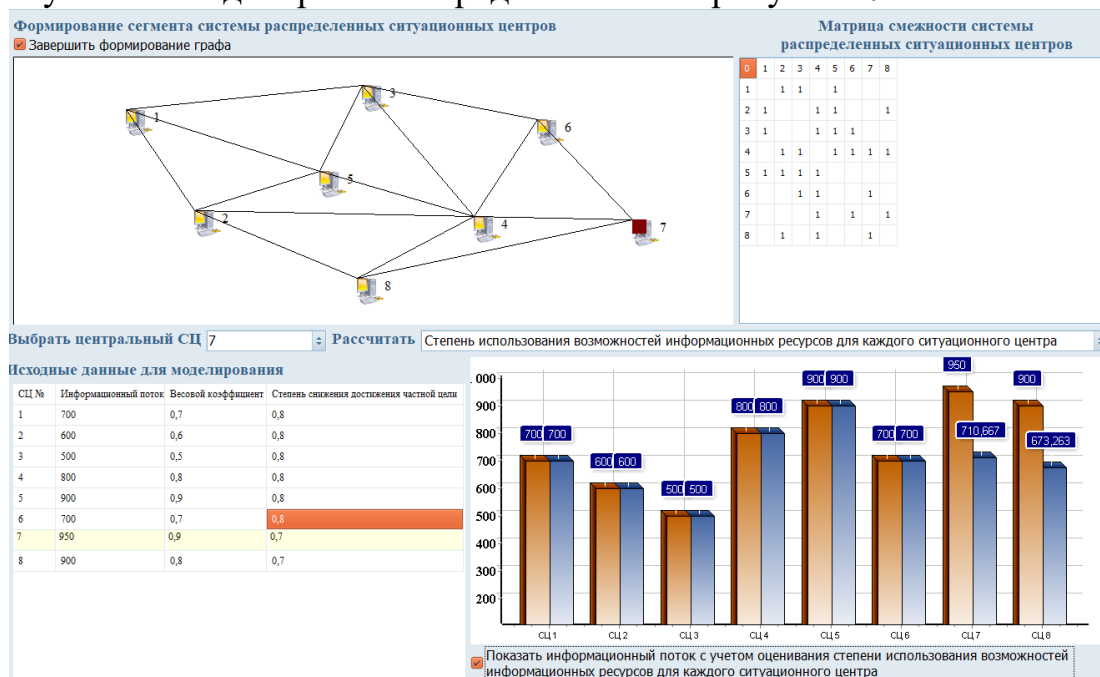


Рисунок 4 – Результаты моделирования сегмента организационных систем, реализующих структуру распределенных РСЦ (РСЦ №7 – главный)

Модель рационального управления информационным обменом между РСЦ. Рациональность управления информационным обменом между РСЦ $\Theta_3(t)$ достигается определением математического ожидания удовлетворения потребителей важной информацией от ее обработки:

$$\Theta_3(t) = M(v^*, t) = \max_{x_{\min} \leq v \leq x_{\max}} P_0(v, t) \int_{v^*}^{x_{\max}} x \varphi(x) dx, \quad (5)$$

где x – параметр важности информации; $v(t)$ – параметр управления селекцией информации, определенный на отрезке $x_{\min} \leq v \leq x_{\max}$; $v^*(t)$ – рациональное значение параметра управления селекцией информации; $\varphi(x)$ – плотность вероятности изменения величины x ; $P_0(v, t)$ – начальное состояние РСЦ.

Рациональность управления достигается возможностью нахождения безусловного экстремума функции одной переменной (рисунок 5).

Результаты моделирования определили необходимость прогнозирования состояния РСЦ при оценке эффективности управления в организационных системах, реализующих структуру распределенных РСЦ.

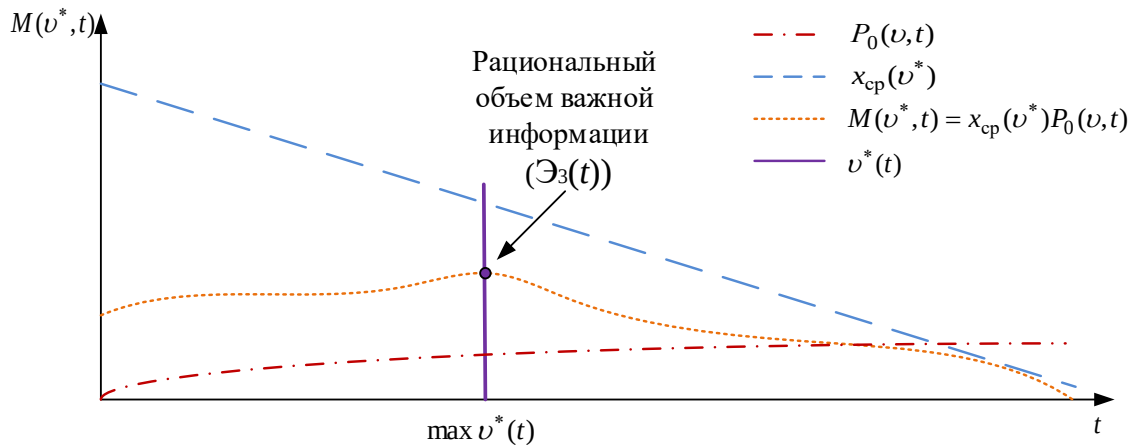


Рисунок 5 – График, поясняющий порядок нахождения рационального значения параметра управления селекцией информации

В **третьем разделе** представлены алгоритмы прогнозирования состояния РСЦ.

Алгоритм оценки и выбора РСЦ с использованием доминантного закона распределения случайных величин. Структурная схема алгоритма представлена на рисунке 6.

В блоке 1 осуществляется ввод исходных данных.

В блоке 2 моделируется процесс информационного обмена между РСЦ.

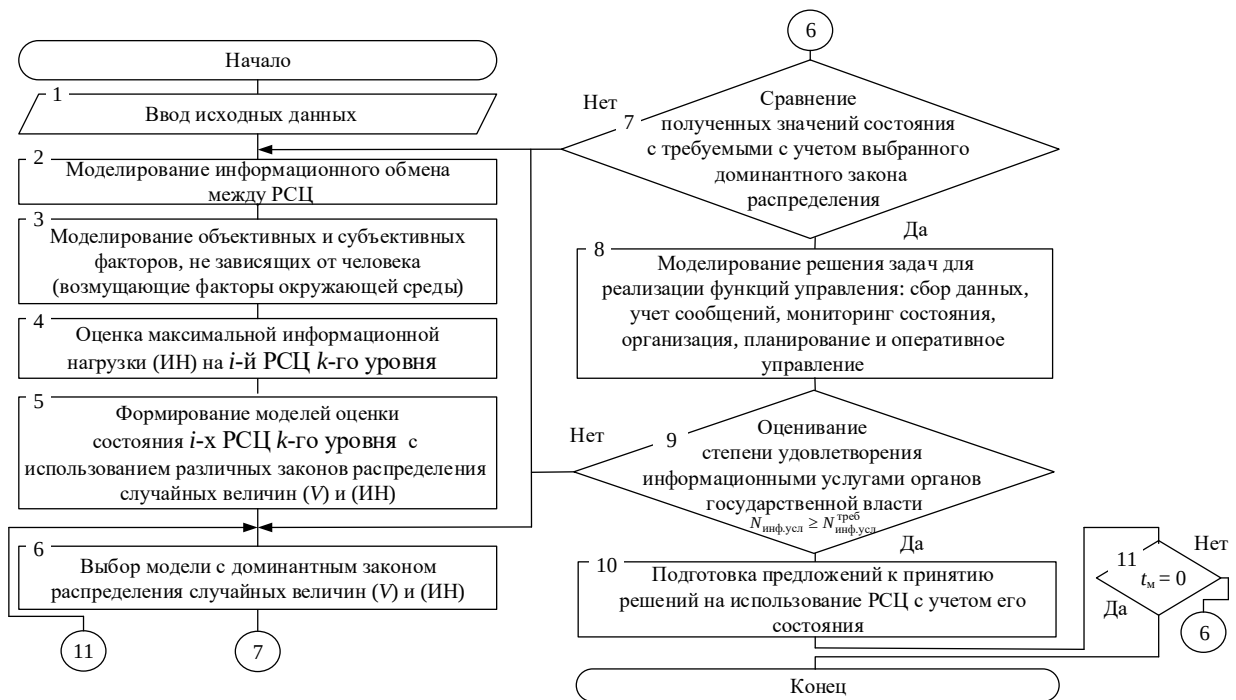


Рисунок 6 – Структурная схема алгоритма оценки и выбора РСЦ с использованием доминантного закона распределения случайных величин

В блоке 3 моделируются объективные и субъективные факторы, не зависящие от человека (возмущающие факторы окружающей среды). Объективные и субъективные факторы проявляются при минимальных возможностях i -х РСЦ k -го уровня. Минимальные возможности (V) i -го РСЦ k -го уровня моделируются при максимальной на него информационной нагрузке.

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

В блоке 5 формируются модели оценки состояния РСЦ с использованием различных законов распределения случайных величин (V) и (ИН). В качестве показателя состояния i -го РСЦ k -го уровня выбран показатель – вероятность безотказной работы.

В блоке 6 выбирается модель с доминантным законом распределения случайных величин (V) и (ИН).

В блоке 7 сравниваются полученные значения вероятностей безотказной работы с требуемым значением. Если полученное значение соответствует требуемому значению (законы распределения выбраны правильно), то осуществляется переход к блоку 8. Если не соответствует (закон распределения выбран неправильно), то осуществляется переход к блоку 6, где выбирают модель с другим законом распределения случайных величин (V) и (ИН).

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

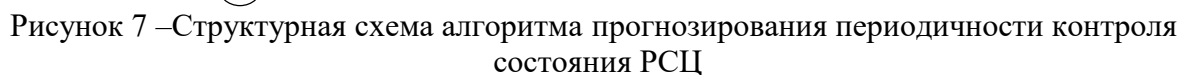
В блоке 9 оценивается степень удовлетворения информационными услугами ОГВ – $N_{инф.усл} \geq N_{инф.усл}^{треб}$. В случае, если ОГВ не удовлетворены требуемым

Алгоритм прогнозирования периодичности контроля состояния РСЦ (рисунк 7).

В блоке 2 моделируется процесс информационного обмена между РСЦ.

В блоке 4 измеряются n -параметры i -х РСЦ k -го уровня и определяются их действительные значения.

В блоке 5 определяются отклонения от эталонных значений n -параметров i -х РСЦ k -го уровня способом сравнения.



В блоке 7 выбираются i -е РСЦ k -го уровня для проведения мониторинга их

состояния, n -параметры которых не соответствуют эталонным значениям.

В блоке 8 определяется существующий временной ресурс для проведения контроля i -го РСЦ k -го уровня.

В блоке 9 сравнивают существующий и необходимый временные ресурсы для проведения контроля каждого из выбранных i -го РСЦ k -го уровня. Если значение существующего временного ресурса для проведения контроля каждого из выбранных i -го РСЦ k -го уровня ниже требуемого значения, осуществляется возврат к блоку 2. Если значение соответствует требуемому, то переходят к блоку 10.

В блоке 10 определяется состояние информационного обмена в РСЦ с учетом выбора неработоспособных i -х ОК k -го типа и необходимого временного ресурса для их контроля.

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.

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. Оригинальность разработанных алгоритмов прогнозирования состояния РСЦ заключается в том, что они реализуют комплексный подход к оценке состояния РСЦ и обеспечивают более достоверную оценку эффективности управления в организационных системах.

Четвертый раздел посвящен разработке программного комплекса поддержки принятия решений при управлении в организационных системах, реализующих структуру распределенных РСЦ и его апробации (рисунок 8). 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».

Апробация комплекса проводилась применительно к оценке эффективности управления в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ с использованием принципа «слабого звена» (1).

Принцип «слабого звена» заключается в учете уровня профессиональной пригодности должностных лиц РСЦ – $\mathcal{E}_{\text{дл}}(t)$, который определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{дл}}^i(t) = \sum_{j=1}^{J_i} a_{ij} \mathcal{E}_{j\text{дл}}^i(t), \quad (6)$$



Рисунок 8 – Структурная схема программного комплекса поддержки принятия решений при управлении в организационных системах, реализующих структуру РСЦ

где $\mathcal{E}_{j\text{дл}}^i(t)$ – уровень профессиональной пригодности j -го должностного лица i -го РСЦ в момент времени t (определяется по пятибалльной системе);

a_{ij} – весовой коэффициент j -го должностного лица. Определяется наличием или отсутствием факторов риска и уровнем развития профессионально важных качеств (индивидуальных психологических и психофизиологических качеств) (рисунок 9).

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*:

$$\mathcal{E}_{in}(t) = \sum_{n=1}^N c_n \mathcal{E}_{1,2,3}(t), \quad (7)$$

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

Эффективность управления в организационных системах на основе моделирования информационного обмена между РСЦ (1) определяется внедрением средств поддержки принятия решений на основе моделей оценок эффективности, рационального управления информационным обменом с учетом прогнозирования состояния РСЦ и человеческого фактора.

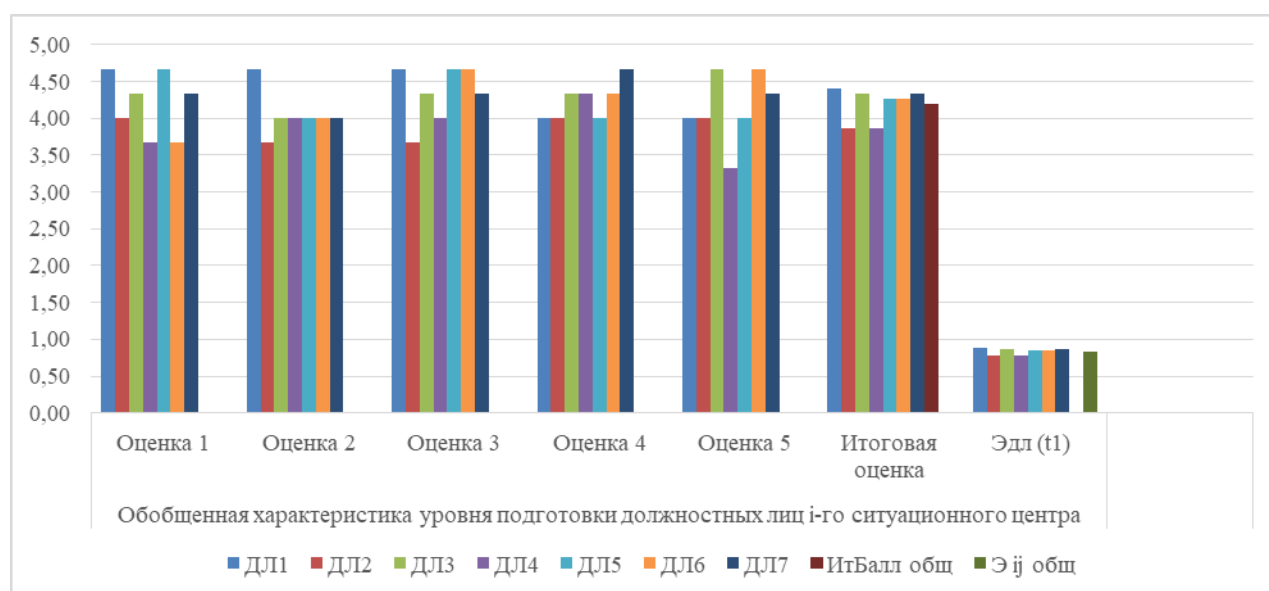


Рисунок 9 – Оценки уровня профессиональной пригодности j -х должностных лиц i -го РСЦ на примере всех дисциплин и с учетом a_{ij}

Результаты проведенных экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – 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.

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований в диссертационной работе получены следующие основные результаты:

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 (таблица 1), 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.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки:

1. 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.

2. Трахинин, Е. Л. Научно-методический подход к формализации показателей эффективности комплексного использования информационных ресурсов в системе распределенных ситуационных центров / Е. Л. Трахинин // Информационные системы и технологии. – Орёл, 2021. – № 3. – С. 67–72.

3. 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.

4. Трахинин, Е. Л. Метод прогнозирования периодичности контроля состояния элементов системы распределенных ситуационных центров при их мониторинге / Е. Л. Трахинин // Информационные системы и технологии – Орел, 2022. – № 1 (129). – С. 77–82.

В изданиях, входящих в базу цитирования Scopus:

5. Chizhikov E. N., Gorbunov A. A., Belov A. S., Trakhinin E. L., and Stavitskii D. V. Theoretical Approach for Evaluating the Connectivity of Distributed Systems and Telecommunications for the Digital Economy. In: Automatic Control and Computer Sciences, 2021, Vol. 55, No. 8, pp. 1149–1152.

Патенты РФ на изобретения и свидетельства о регистрации программ для ЭВМ:

6. Программа оценивания надежности и живучести сетей связи с учетом эффективного информационного взаимодействия между их элементами : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019614559 Российская Федерация / А. С. Белов, Е. Л. Трахинин, В. А. Радаев. – № 2019613505; заявл. 04.04.2019; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 08.04.2019.

7. Программа оценки эффективности комплексного использования информационных ресурсов в системе распределенных ситуационных центров : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ от 22.04.2022. Российская Федерация / Е. Л. Трахинин, А. С. Белов, М. М. Добрышин, Н. Ю. Борзова, К. М. Слесарева – № 2022617593; заявл. 2022616258; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 12.04.2022.

8. Программа рационального управления информационным обменом в системе распределенных ситуационных центров : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ от 25.04.2022. Российская Федерация / Е. Л. Трахинин, А. С. Белов, М. М. Добрышин. – № 2022617623; заявл. 2022616173; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 12.04.2022.

9. Программа поддержки принятия решений по оцениванию и повышению восстанавливаемости сетей связи : свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019611324. Российская Федерация / А. С. Белов, Е. Л. Трахинин, М. О. Сучков. – № 2019610260; заявл. 15.01.2019; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 24.01.2019.

10. 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.

11. 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.

Монографии и главы из них:

12. Трахинин, Е. Л. Безопасность цифровой среды экономических объектов / Е. Л. Трахинин [и др.] ; под ред. Е. В. Стельмашонок, И. Н. Васильевой. – СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2022. – 158 с.

В других изданиях:

13. Трахинин, Е. Л. Модель оценивания эффективности комплексного использования информационных ресурсов в интересах системы распределенных ситуационных центров / Е. Л. Трахинин // Мягкие измерения и вычисления. – СПб., 2019. – № 9. – С. 28–34.

14. 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.

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

16. Трахинин, Е. Л. Научно-методический подход к обработке информационных потоков при противодействии компьютерным атакам, направленным на отказ в обслуживании / А. С. Белов, Е. Л. Трахинин, А. А. Горшков, Н. Ю. Борзова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Выпуск 9. – 2022. – С. 159–165.

17. 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.