

ТИМОФЕЕВ Дмитрий Николаевич

**МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ГРУППОВЫХ РЕШЕНИЙ
В ПОЛИСТРУКТУРНОЙ ПРОЦЕССНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ
СИСТЕМЕ ПРЕДПРИЯТИЯ**

05.25.05 – Информационные системы и процессы

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Москва – 2021

Работа выполнена на кафедре «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор
Тютюнник Вячеслав Михайлович,
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
технический университет»,
Московский государственный институт культуры

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор
Тихомиров Сергей Германович,
Воронежский государственный университет
инженерных технологий, г. Воронеж
кандидат технических наук, ведущий научный
сотрудник

Ведущая организация:

Бачурин Александр Игоревич,
Научно-исследовательский институт
трубопроводного транспорта
(ООО «НИИ Транснефть»), г. Москва.
Федеральное государственное учреждение
**«Федеральный исследовательский центр
Институт прикладной математики
им. М.В. Келдыша Российской академии наук»**,
г. Москва

Защита состоится «27» декабря 2021 г. в 11 часов 00 мин. на заседании совета по защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный институт культуры» Д 210.010.01 по адресу: 141406, Московская обл., г. Химки, ул. Библиотечная, д.7, корп. 2, зал защиты диссертаций (корпус 2, ауд.218).

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке МГИК и на официальном сайте МГИК www.nauka.mgik.org

Автореферат разослан «__» _____ 2021 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат педагогических
наук



Т.Я. Кузнецова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Информационные системы поддержки принятия решений (СППР) требуют большого времени для разработки, отладки, очистки данных, создания их витрин. Переход на другие базы данных, иную систему показателей и способов их интерпретации сложны в настройках и требуют привлечения специалистов для реализации информационной поддержки производственных задач. При этом возникает задача расширения анализируемых показателей, ранее не введённых в систему. Приходится заново пересматривать дерево целей, методы обработки данных, информационные потоки, архитектуру СППР и программное обеспечение. Это создаёт трудности оперативного реагирования на возмущающие воздействия внутренней и внешней среды производственной системы. В последнее время к СППР производственных систем предъявляются новые требования, связанные с усложнением процессов анализа и обработки данных (в т.ч. слабоструктурированных), проведения экспертиз и оценки эффективности решений, когда время становится лимитирующим фактором.

Одним из методов решения этих задач является совершенствование методов моделирования информационных систем, в том числе для полиструктурных систем, для которых требуется обеспечить бесконфликтность взаимодействия элементов. Поэтому возрастает необходимость создания информационных систем (ИС), обладающих высокой степенью адаптивности к решению задач оперативного, тактического и стратегического характера, включению новых показателей, объектов управления, функций, процессов, лиц, принимающих решения (включая экспертов), на этапе анализа проблемной ситуации и возможности проведения коллективной экспертизы в заданный промежуток времени. Это делает актуальным разработку соответствующего методического и информационного обеспечения для решения такого класса задач.

Степень разработанности темы. Существенный вклад в развитие теории принятия решений внесли отечественные и зарубежные учёные: В.А.Абчук, Р.Акофф, Р.Белман, Г.Вагнер, В.П.Галушко, В.А.Геловани, Л.Заде, Д. Канеман, Р.Кини, О.И.Ларичев, Б.Г.Литвак, И.М.Макаров, М.Мескон, О.Моргенштерн, Д.фон Нейман, А.В.Петровский, Е.Саати, Г.Саймон, Э.А.Трахтенгерц, П.С.Фишберн, Д.Б.Юдин и др. В числе работ, посвящённых исследованию различных аспектов принятия решений, отметим труды Ю.Г.Евтушенко, Р.Л.Киржнера, Г.Лаукса, Дж.Лафры, А.Мадеры, В.А.Маковского, Э.А.Смирнова, И.П.Скиданова, О.К.Тихомирова, В.Н.Шведенко и др. Описание теоретической и методологической базы принятия решений детально представлено в работах С.Л.Блюмина, О.А.Дейнеко, Дж.Диксона, Е.Э.Майминаса, Л.А.Матвеева, О.И.Орлова, В.С.Покровского, Л.А.Трофимова, Р.А.Фатхутдинова и др. Теоретическая и методологическая база создания СППР связана с исследованиями S.L.Alter, R.H.Bonczek, E.F.Codd, M.S.Ginzberg, P.Haettenschwiler, C.W.Holsapple, D.T.Larose, R.Nisbet, R.Sprague, F.Pedregosa, D.J.Power, В.В.Бомас, В.И.Ключко, Т.К.Кравченко, А.С.Кузнецова, В.М.Тютюнника, В.А.Судакова, О.И.Ларичева, Ю.Ю.Громова и др. Принципы реализации процессно-ориентированного подхода изложены в работах М.Д.Аистова, Й.Беккфреда, А.В.Карпова, М.Кутлера, Н.Оболенки, Д.Парменера, В.М.Радиковского, В.В.Репина, Л.Е.Скрипка, В.Таратухина, В.М.Тютюнника, М.Хаммера, А.Е.Хачатурова, А.В.Шеера и др. Тем не менее, новое решение в плане

создания методического обеспечения и разработки ИС комплексного анализа проблемной ситуации в производственно-технических комплексах требует дальнейшего теоретического и практического развития.

Объектом исследования является информационная система поддержки принятия решений производственной деятельности.

Предметом исследования является методическое и организационное обеспечение поддержки принятия групповых решений в полиструктурной процессно-ориентированной системе предприятия.

Область исследования. Работа выполнена в соответствии с пунктом 5 Паспорта специальности ВАК 05.25.05 – Информационные системы и процессы.

Научная задача исследования: разработать методическое и организационное обеспечение поддержки принятия групповых решений в полиструктурной процессно-ориентированной системе предприятия.

Практическая задача исследования: снизить трудоёмкость проведения экспертизы эффективности принимаемого группового решения на основе использования метрической системы оценки деятельности предприятия и формирования профиля минимального количества попарных сравнений для каждого эксперта.

Цель диссертационного исследования: усовершенствовать методическое и организационное обеспечение поддержки принятия решений полиструктурной организационно-технической системы предприятия посредством введения подсистемы метрической оценки деятельности предприятия и разработки методик обеспечения интегрирующего модуля и практической реализации информационного обеспечения метрической системы оценки деятельности предприятия.

Для достижения цели поставлены и решены следующие задачи:

1) рассмотреть теоретическую и организационно-методологическую основы принятия решений, провести анализ существующих ИС и программных продуктов поддержки принятия решений на предприятиях;

2) разработать методическое обеспечение интегрирующего модуля полиструктурной организационно-технической системы, обеспечивающего поддержку принятия групповых решений;

3) разработать модель информационного обеспечения полиструктурной технико-экономической системы и её интегрирующего модуля.

4) разработать архитектуру СППР в качестве подсистемы полиструктурной процессно-ориентированной системы для принятия групповых решений.

5) разработать процедурные модели информационного обеспечения полиструктурной технико-экономической системы и её интегрирующего модуля для подготовки и принятия групповых решений;

6) разработать методику практической реализации информационного обеспечения метрической подсистемы оценки деятельности предприятия.

Методологическую основу исследования составляют труды отечественных и зарубежных авторов, посвящённые принятию решений, построению полиструктурных систем, разработке информационного и программного обеспечения интегрированных ИС.

Методы и средства исследования базируются на современных положениях теорий принятия решений, общей теории систем, теории графов, теории построения ИС, моделирования.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1) разработана новая структура системы поддержки принятия групповых решений, отличающаяся введением аналитического блока в виде метрической подсистемы оценки деятельности предприятия, содержащей модули процедур выработки коллективных решений и проведения ранговых экспертиз их эффективности;

2) разработана методика информационного обеспечения метрической подсистемы оценки деятельности предприятия и процедур принятия групповых решений, отличающаяся теоретико-множественным представлением компонентов информационных ресурсов полиструктурной организационно-технической системы, обеспечивающая автоматическое выявление проблемной ситуации в оперативных, тактических и стратегических контурах функций и процессов, реализацию процедур принятия групповых решений;

3) разработаны методики информационного обеспечения метрической подсистемы оценки деятельности предприятия и процедур принятия групповых решений, отличающиеся введением фильтрации формируемых показателей по возможности отнесения их к метрической подсистеме, автоматическим или автоматизированным присвоением выбранным показателям статуса принадлежности к метрической подсистеме, а также назначением параметров передачи данных в хранилище данных метрической подсистемы, позволившие снизить трудоёмкость проведения экспертизы эффективности принимаемого группового решения за счёт экономии рабочего времени административно-управленческих работников, из расчёта на 100 групповых решений с участием 10 экспертов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Структура СППР полиструктурной организационно-технической системы предприятия, содержащая в качестве интегрирующего модуля метрическую подсистему оценки деятельности предприятия, осуществляющую координацию потоков данных элементов полиструктурной системы для обеспечения их согласованного взаимодействия в соответствии с заданными целевыми ориентирами.

2. Методика создания метрической подсистемы оценки деятельности предприятия, обеспечивающая автоматическое выявление проблемной ситуации в оперативных, тактических и стратегических контурах функций и процессов полиструктурной организационно-технической системы.

3. Методика создания информационного обеспечения метрической подсистемы оценки деятельности предприятия и процедур принятия групповых решений на основе теоретико-множественного представления компонентов информационных ресурсов полиструктурной организационно-технической системы.

4. Методика снижения трудоёмкости проведения экспертизы эффективности принимаемого группового решения на основе использования метрической подсистемы оценки деятельности предприятия и формирования профиля минимального количества попарных сравнений для каждого эксперта.

Достоверность полученных результатов обеспечивается учётом наиболее существенных факторов, влияющих на принятие групповых решений, и подтверждается применением широко известных частных научных подходов, соответствием полученных результатов данным других исследователей, ясностью полученных теоретических выводов и экспериментальной проверкой результатов исследования.

Теоретическая значимость исследования заключается в дальнейшем развитии теории информационных процессов и систем путём разработки системной методики процедурной модели методического и информационного обеспечения, организации процедуры выработки коллективного решения с использованием экспертиз эффективности.

Практическая значимость работы. Результаты снижения трудоёмкости экспертизы, полученные в ходе исследования, экспериментально апробированы при создании конфигураций на платформе объектно-процессной СУБД в ООО «Регул+» (г. Санкт-Петербург) и при проведении экспертизы в ОАО «КНИИЛП» (г. Кострома). Получаемый экономический эффект за счёт экономии рабочего времени административно-управленческих работников на 100 групповых решений с участием 10 экспертов составил в 2018 г. 1904 тыс. руб. Структура СППР, содержащая метрическую подсистему оценки деятельности предприятия, внедрена в «НПЦ автоматики и приборостроения им. академика Н.А.Пилюгина» при проведении работ по анализу функционирования СППР с помощью внедрённой на предприятии АСУП на базе программного продукта «Парус», что подтверждено актом внедрения.

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертационного исследования докладывались, обсуждались и получили одобрительную оценку на: Международной научно-практической конференции «Научный потенциал XXI века», Уфа, 2017 г.; Международной научно-практической конференция «Стратегические направления развития науки, образования, технологий», Белгород, 2017 г.; I Международном техническом форуме молодых учёных «Наука и технологии – ключевой фактор развития стран и регионов», 2017 г. Екатеринбург; XV Международных научных чтениях (памяти С.П.Капицы), 2017 г., г. Москва; XXII международной научно-практической конференции «Достижения и проблемы современной науки», 2017 г., г. Санкт-Петербург.; XXI и XXII Международных научных конференциях «Формирование профессионала в условиях региона», 2020 г., г. Тамбов.

Публикации. Результаты исследований опубликованы в 15 научных работах авторским объёмом более 10 печ.л., в т.ч. в 8 статьях и изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для опубликования основных результатов диссертационных исследований.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка литературы, включающего 192 наименования использованных источников, содержит 39 рисунков, 46 таблиц и 5 приложений на 13 с.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во *Введении* раскрыта постановка задачи и обоснована актуальность её решения. Выполнен анализ ранее проведённых исследований по решению

аналогичных задач, определены цель и задачи исследования, сформулированы основные научные, методические и практические результаты.

Первая глава «Теоретическая, организационно-методологическая и инструментальная основа принятия решений» включает описание теоретических и организационно-методологических аспектов принятия решений, в которых представлена эволюция и основные направления развития теории принятия решений, обозначены отечественные и зарубежные исследователи, внёсшие вклад в её развитие. Рассмотрены концепции принятия решений, их преимущества и недостатки. Описаны виды принимаемых решений и признаки, отражающие их различные аспекты. Указано, что наиболее прогрессивным методом принятия решений является переход к динамическим организационным системам. Рассмотрена особенность принятия решений в гетерогенной среде. Дан обзор исследований в области принятия групповых решений, представлены их классификации и показатели измерения групповой задачи. Показана модель принятия группового решения. Рассмотрено развитие теории и практической реализации СППР. Представлены классификации СППР. Описаны особенности архитектурного построения СППР. Показано, что современная тенденция развития СППР связана с обработкой разнородных данных из различных гетерогенных источников, что требует использования специальных средств добычи и очистки данных.

Вторая глава «Разработка метрической подсистемы оценки деятельности предприятия как интегрирующего элемента в системе поддержки принятия решений» раскрывает понятие «полиструктурная система». Показано, что интеграция данных, поступающих из подсистем полиструктурной организационно-технической системы и её внешнего окружения может осуществляться одним из четырёх способов: на уровне брокеров, на уровне данных, на уровне сервисов, на уровне интерпретирования метайнформации.

Для совершенствования функций исполнения задач полиструктурной системы разработана СППР и предложено ввести метрическую подсистему (МП) оценки деятельности предприятия, осуществляющую интеграцию данных, поступающих из отдельных подсистем (технических, технологических, экономических, финансовых, логистических, организационных и т.д.) полиструктурной организационно-технической системы предприятия, каждая из которых имеет своё информационное и программное обеспечение, свои базы данных и набор измеряемых показателей. Структура СППР приведена на рис.1,

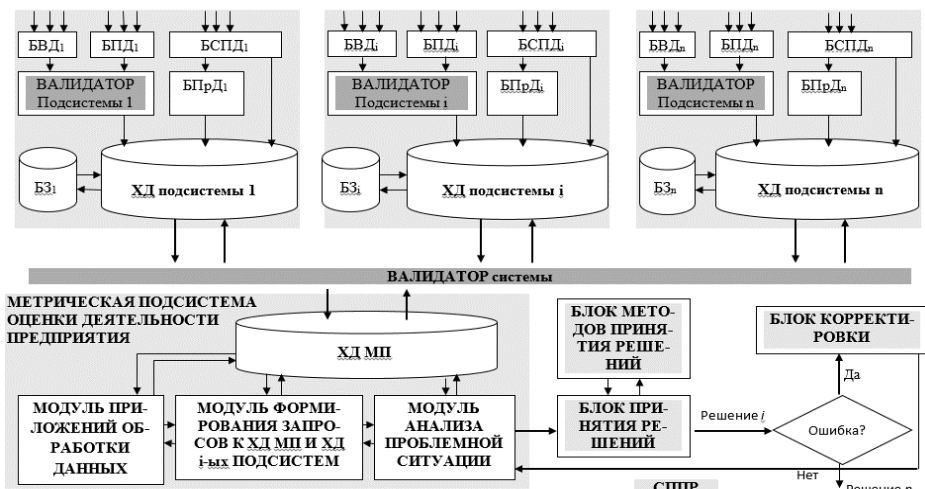


Рис. 1. Структура СППР с интегрирующим блоком – метрической подсистемой

где: БВД₁ ... БВД_n – блок ввода данных в подсистему 1...n; БПД₁ ... БПД_n – блок поиска данных в сети Internet для подсистемы 1...n; БСПД₁ ... БСПД_n – блок сбора первичных данных по результатам исполнения этапов процессов в подсистеме 1...n; БПрД₁ ... БПрД_n – блок преобразования данных в подсистеме 1...n; Валидатор Подсистемы 1 ... n – блок поиска и очистки данных в подсистеме 1... n; ХД подсистемы 1...n – хранилище данных подсистемы 1...n; БЗ₁..._n – база знаний подсистемы 1...n; Валидатор системы – блок поиска и очистки данных в полиструктурной системе, выполняющий: соотнесение данных согласно классификационному справочнику представления данных в подсистемах полиструктурной системы; преобразование данных (формулы преобразования, группировки значений и т.д.); определение разности форматов представления данных в подсистеме и МП (единицы измерения, тип данных, периодичность данных); синхронизация потоков данных в подсистеме и МП; фильтрация данных согласно заданным запросам и форматам представления данных.

Введённая метрическая подсистема оценки деятельности предприятия содержит ХД МП (хранилище данных МП), а также модули и блоки (рис.1). Предложена процедурная модель настройки валидатора полиструктурной системы для передачи данных в хранилище данных метрической подсистемы, включающая в себя пять шагов – от формирования массива показателей до наполнения ХД МП данными. Процедура настройки параметров данных, поступающих в ХД МП, представлена на рис.2.

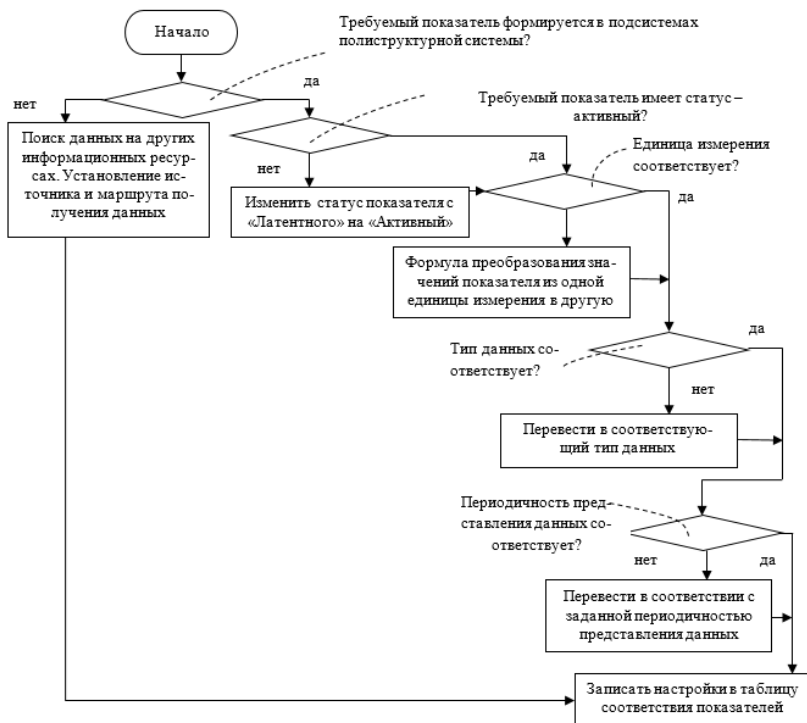


Рисунок 2 – Процедура настройки параметров данных, поступающих в ХД МП

При изменении дерева целей настройки МП меняются, что находит отражение в таблице соответствия показателей подсистем полиструктурной системы и показателей МП, которая включает метаданные о системе используемых показателей и ХД, содержащих информацию о состоянии подсистем предприятия и их изменениях во времени. Таким образом, МП является надстройкой в полиструктурной системе.

Показано, что несмотря на ряд ключевых преимуществ процессно-ориентированного подхода по сравнению с функциональным подходом, он нашёл незначительное применение. В соответствии с общепринятым мнением, функции, как и процессы, являются взаимодополняющими и взаимозаменяемыми, характеризующими признаки, что позволяет рассматривать их в качестве элементов единой системы. Это даёт возможность сформировать матрицы соответствия функций и процессов (снимаемых с датчиков, получаемых расчётным путём, вводимых вручную), которые обрабатываются ИС и записываются в базы данных (например, табл.1).

Таблица 1

Кортеж информации: матрица соответствия показателей
по функциональному и процессному признаку

Ось X			Ось Y		Ячейка XY	
Функциональный признак			Процессный признак		Набор данных	Показатели
Направление	Подразделение	Функция	Процесс	Этап процесса		
$G_{1...g}$	$D_{1...p}$	$F_{1...f}$	$Q_{1...q}$	$R_{1...r}$	$P_{13}...P_{п3}, P_{1п}...P_{мп}, P_{1и}...P_{ки}$	
Функциональное направление G_1	Функциональное подразделение D_1 направления деятельности G_1	Функция F_1	Процесс Q_1	Этап г процесса Q_1	Заполняемые	Показатель P_{13}
						
						Показатель $P_{п3}$
					Преобразуемые	Показатель $P_{1п}$
						
						Показатель $P_{мп}$
						Показатель $P_{1и}$
						
					Используемые (для принятия решений)	Показатель $P_{ки}$
...	...	...	...	...	...	...

Выборка информации на основе матриц соответствия данных позволяет определять: кто, когда и на каком основании может провести анализ состояния объекта исследования или отдельных его характеристик; является основанием создания МП оценки результатов принимаемых решений и выполняемых на их основе действий. Показано, что сложность и точность МП определяется: степенью детализации входящих в неё показателей, качеством собираемых данных; особенностью встроенных в неё механизмов обработки данных, периодом и способом сбора, обработки и хранения данных; настройкой уровня доступа к первичным или структурированным данным в разных центрах ответственности.

Приведены принципы создания «метрической система оценок» и «системы метрик», указано на неоднородность их структуры, предметной области и целевого назначения. Дана авторская классификация метрик (рис.3).

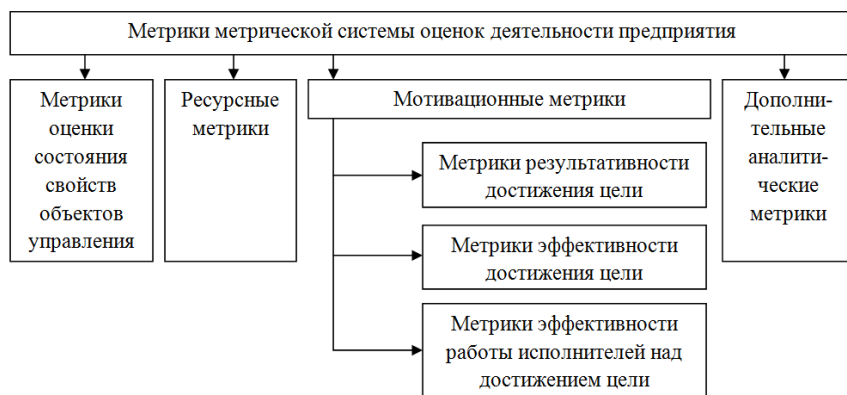


Рисунок 3 – Классификация метрик по назначению

Описаны правила и методика построения МП. Уточнён набор характеристик, описывающих каждую метрику МП. Даны графическое и табличное представление данных, поставляемых на рабочие места специалистов и руководителей разных рангов, в соответствии с выбранными метриками для принятия решений.

для проведения экспертизы и согласования принимаемого решения); наименование и id критериев оценки эффективности значений анализируемых показателей ($K_a = \{k_{a1}, k_{ay}\}$).

Описан свод правил, соблюдаемый в процессе принятия решений, согласно которым: а) каждый центр ответственности соответствует определённому процессу или его этапу и имеет признак выполнения заданного набора действий или признак принятия решений; б) каждому ЛПР или лицу, влияющему на принятие решения, соответствует свой набор этапов исполняемых процессов и центров ответственности в них; в) каждому ЛПР соответствует одно или более лиц, выполняющих набор действий по подготовке данных для принятия решения. ЛПР может соответствовать лицу, выполняющему набор действий по подготовке данных для принятия решения (например, две функции, выполняемые последовательно одним сотрудником); г) принятие групповых решений осуществляется двумя и более ЛПР, каждому из которых соответствует одно или более лиц, выполняющих набор действий по подготовке данных для принятия решения; д) для каждого принимаемого решения существует набор критериев, по которым производится выбор альтернатив; е) решение может быть принято и оценено разными методами. Дано теоретико-множественное описание представленной модели множества принимаемых решений: $W_i \in (L_j, M_j, R_j, P_j, D_j, C_j, Pz_j, Ka_j)$, где: L – множество ЛПР, M – множество методов принятия решения; R – множество лиц, выполняющих набор действий по подготовке данных для принятия решения; P – множество центров ответственности; D – множество этапов процессов; C – множество объектов управления; Pz – множество показателей; Ka – множество критериев оценки альтернатив принимаемых решений.

Разработана методика выработки решения на основе значений показателей, представленных в ХД МП и ХД i-ых подсистем полиструктурной системы и проведения его экспертизы. Методика содержит 20 последовательных шагов: формализация проблемы (шаг 1); выбор названий или id элементов полиструктурной системы, интересы которых проблема затрагивает (2); выбор набора показателей, по которым будет оцениваться качество принимаемого решения, осуществляемый в автоматизированном или автоматическом режимах, зависящий от уровня формализации предметной области и таблицы сопряжённости показателей, в которой отражается степень, направленность и формула их взаимовлияния друг на друга (3); автоматическое формирование списка показателей, отражающих интересы подсистем (4); выбор уровня (стратегический, тактический и операционный) и направления целевого ориентира полиструктурной системы – для каждого уровня существуют направления (сценарии) целевых ориентиров, каждому направлению соответствует своё дерево целей, листья которых содержат нормативные значения показателей их достижения (5); ранжирование показателей, отражающих интересы подсистем в соответствии с обозначенным уровнем и направлением целевого ориентира полиструктурной системы, по степени их значимости в процессе принятия решения (6); установление весомости показателей на текущую задачу в рамках каждой подсистемы на основании коллективной экспертной оценки (табл.2) – весомость мнения каждого эксперта умножается на выставленную им весомость показателя, по каждому показателю рассчитывается средневзвешенное значение его оценки, затем

рассчитывая коэффициент конкордации, определяется согласованность мнений экспертов (7).

Таблица 2

Пример формирования данных по показателям подсистемы

Уровень – стратегический контур управления Направление – минимизация издержек производства Проблема – выбор линейки выпускаемой продукции							
Наименование подсистемы	Наименование показателя	Ранг	Вес	Наименование подсистемы	Наименование показателя	Ранг	Вес
Подсистема 1	Показатель 1	1	0,6	Подсистема р	Показатель j	1	0,4
	Показатель i	2	0,3		Показатель 2	2	0,3
	Показатель 2	3	0,1		Показатель 3	2	0,3
Суммарный вес:				Суммарный вес:			
				1			

Последующие шаги: автоматическое формирование полного списка показателей, которые могут быть использованы для проведения экспертизы принимаемого решения (8); ранжирование показателей, отражающих интересы полиструктурной системы в соответствии с обозначенным уровнем и направлением его целевого ориентира на основании коллективной экспертной оценки (9); определение весовости показателей, отражающих интересы полиструктурной системы в соответствии с обозначенным уровнем и направлением его целевого ориентира на основании коллективной экспертной оценки (10; табл.3).

Таблица 3

Пример формирования данных по показателям полиструктурной системы для выработки решения

Уровень – стратегический контур управления								
Направление – минимизация издержек производства								
Проблема – выбор линейки выпускаемой продукции								
№	Подсистема		Показатель		В подсистеме		В системе	
	Наименование	код	Наименование	код	Ранг	Весомость	Ранг	Весомость
1	Подсистема 1	1-г	Показатель 1	p0111	1	0,6	1	0,38
2	Подсистема р	1-к	Показатель j	p0201	1	0,4	2	0,21
3	Подсистема 1	1-г	Показатель i	p0112	2	0,3	3	0,16
4	Подсистема р	1-к	Показатель 2	p0202	2	0,3	4	0,11
5	Подсистема р	1-к	Показатель 3	p0208	2	0,3	5	0,09
6	Подсистема 1	1-г	Показатель 3	p0113	3	0,1	6	0,05
	Суммарный вес:							1

Следующие два шага формируют табл.4: определение метода проведения экспертизы (11); задание параметров формируемого минимального профиля проводимой экспертизы, т.е. максимальный набор показателей, по которым может быть произведено попарное сравнение выбранного количества альтернатив за заданный промежуток времени – расчёт времени проведения экспертизы производится с учётом количества попарных сравнений и затрат времени на проведение одного попарного сравнения (12).

Последующие шаги: формирование набора показателей, по которым можно производить минимальную экспертизу (определение профиля минимальной экспертизы) (13); автоматическое формирование набора комбинаций попарных сравнений для проведения минимальной экспертизы (14); автоматическое

формирование набора комбинаций попарных сравнений для проведения полной экспертизы (15); автоматическое формирование набора комбинаций попарных сравнений для проведения дополнительной экспертизы (разница между полным набором комбинаций и минимальным набором комбинаций) (16).

Таблица 4

Параметры формируемого минимального профиля проводимой экспертизы эффективности принимаемого управленческого решения

Параметр	Название параметра	Способ получения
T	Продолжительность проведения минимальной экспертизы	Задаётся
m	Количество альтернатив	Задаётся
$S_{\min}$	Минимальное количество попарных сравнений	Рассчитывается по свойству информационной энтропии
n	Количество показателей	Определяется табличным методом
$S_{\max}$	Максимальное количество комбинаций попарных сравнений при m альтернативах и n показателях (как это делается в МАИ) – предельное количество комбинаций попарных сравнений при проведении экспертизы	Рассчитывается по методу МАИ

Завершающие шаги: проведение экспертизы выбранным методом, определение лидирующей альтернативы, которая должна опережать ближайшую на величину заданного порога Δ , количество повторяющихся попарных сравнений у экспертов позволяет провести частичный или полный анализ согласованности их мнений (17); если заданный порог не достигнут, то экспертиза продолжается за счёт включения в опрос экспертов дополнительных парных сравнений, комбинации которых не встречались в минимальном профиле проводимой экспертизы, но присутствуют в полном наборе возможных комбинаций попарных сравнений (18); по результатам проведённой дополнительной экспертизы осуществляется автоматический перерасчёт Δ – если условие не соблюдено, то возвращение к шагу 17, а если соблюдено, то проведение экспертизы заканчивается автоматическим оформлением протокола проведения экспертизы и записи его в ХД МП (19); если по результатам выполнения всех комбинаций попарных сравнений не достигается заданный порог отрыва лидирующей альтернативы от следующей за ней, принимается решение о продолжении экспертизы, в ходе которой уточняются условия и метод проведения новой экспертизы (20).

Минимальное количество попарных сравнений, которые выполняет эксперт, равно $\log_2(n!) + n\log_2(m!)$, где n – количество показателей, m – количество альтернатив, $n, m \in N$. Количество возможных дополнительных вопросов при ранжировании n показателей равно: $n(n-1)/2 - \log_2(n!)$. Определены признаки отнесения показателей к интегрирующему модулю полиструктурной системы, являющихся основой наполнения метрической подсистемы и принятия решений в стратегическом, тактическом и оперативном информационно-управляющих контурах полиструктурной системы. Показана структура связи элементов полиструктурной системы (рис.5).

На основе теоретико-множественного представления разработана формальная модель описания МП оценки деятельности предприятия, которое рассматривается

как полиструктурная гетерогенная система, имеющая множество компонентов, часть из которых взаимодействуют друг с другом, образуя сложные линейные, сетевые и иерархические связи. Цель полиструктурной системы определяет деревья целей её компонентов. Дерево целей может иметь несколько проекций – индикаторов текущего состояния компонента системы в различных аспектах, в которых, наряду с нормативными значениями показателей, содержатся их фактические значения, величина отклонения и степень значимости отклонения.

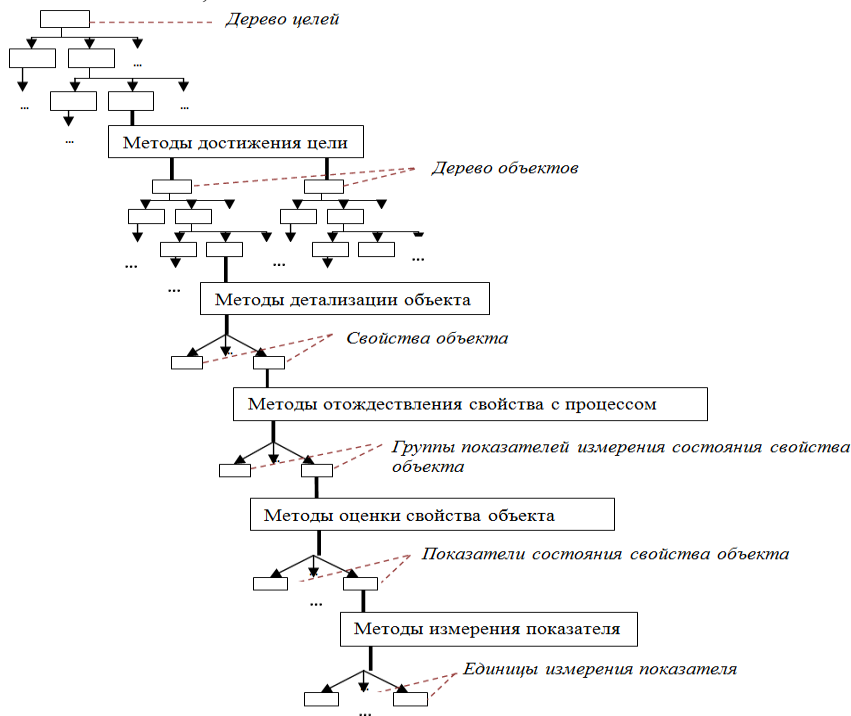


Рисунок 5 – Структура связи элементов полиструктурной системы

Четвертая глава «Практическая реализация информационной системы поддержки принятия групповых решений в процессно-ориентированной СУБД «COBRA++». На основе предложенных процедурных моделей разработана методика создания информационного обеспечения метрической подсистемы оценки деятельности предприятия в инструментальной среде процессно-ориентированного СУБД «COBRA++». Рассмотрена классификация процессов и формируемых на этапах их исполнения показателей (табл.5).

Таблица 5

Виды встречаемых комбинаций процессов и получаемых с них данных

Вид процесса:	Однократно выполняемый	Повторяющийся по условию	Циклически повторяющийся
Сквозной процесс	П _{хсо}	П _{хсп}	П _{хсц}

(затрагивает объекты и данные о них нескольких подсистем)	$\Pi_{усо}$	$\Pi_{усп}$	$\Pi_{усп}$
	Π_{zco}	$\Pi_{zсп}$	$\Pi_{zсп}$
	$\Pi_{гсо}$	$\Pi_{гсп}$	$\Pi_{гсп}$
Процесс, протекающий в рамках одной подсистемы	$\Pi_{хпо}$	$\Pi_{хпп}$	$\Pi_{хпц}$
	$\Pi_{упо}$	$\Pi_{упп}$	$\Pi_{упц}$
	$\Pi_{zпо}$	$\Pi_{zпп}$	$\Pi_{zпц}$
	$\Pi_{гпо}$	$\Pi_{гпп}$	$\Pi_{гпц}$

Здесь: Π_x – показатели, которые используются для мониторинга ситуации и принятия решения только в рамках одной подсистемы; Π_y – показатели, которые передаются в одну другую подсистему, где используются для мониторинга ситуации и принятия решения; Π_z – показатели, которые могут использоваться для мониторинга ситуации и принятия решения в разных подсистемах вне зависимости от места их формирования; $\Pi_г$ – показатели, которые используются для мониторинга ситуации и принятия решения в системе в целом; со – формируются при выполнении сквозного однократно выполняемого процесса; сп – сквозного периодически повторяемого процесса; сп – сквозного циклически повторяемого процесса; по – однократно выполняемого процесса внутри конкретной подсистемы; пп – периодически повторяемого процесса внутри конкретной подсистемы; пц – циклически повторяемого процесса внутри конкретной подсистемы.

Применение данной классификации позволяет структурировать показатели и их значения, убирая избыточность (дублирование) данных в хранилищах данных разных подсистем предприятия.

Схемы передачи данных в хранилища данных показаны на рис.6.

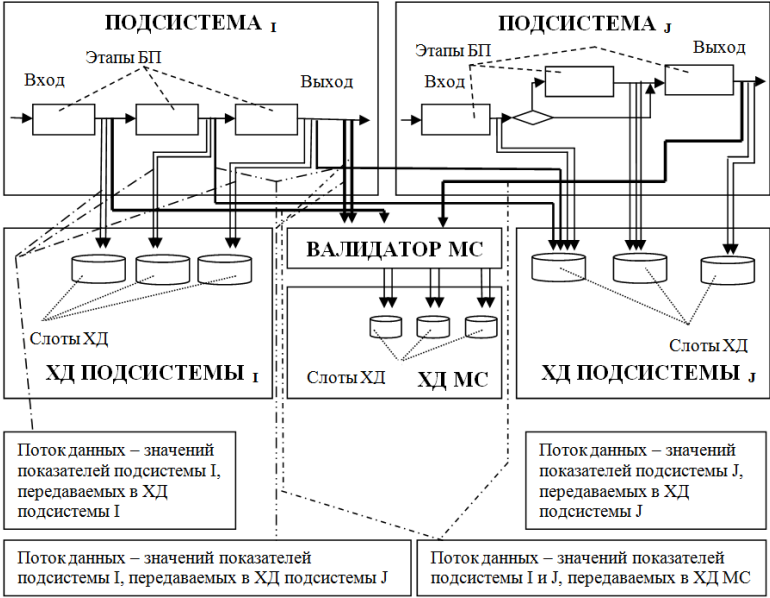


Рисунок 6 – Передача данных в хранилища данных подсистем I и J, хранилище

данных метрической подсистемы оценок по факту исполнения сквозного процесса

Разработанная процедурная модель сбора и передачи данных в метрическую подсистему оценки деятельности предприятия, включает следующие 6 этапов: выбор процесса в репозитории формализованных процессов информационной системы предприятия (этап 1); просмотр показателей исполнения этапов выбранного процесса в проекции структур достижения целевых ориентиров предприятия и их одновременного использования в разных подсистемах предприятия (2); автоматическая или автоматизированная (в зависимости от выбранного режима работы) фильтрация показателей по возможности отнесения их к метрической подсистеме оценки деятельности предприятия, формирование списка показателей, которые могут быть отнесены к данной группе (3); автоматическое или автоматизированное (в зависимости от выбранного режима работы) присвоение выбранным показателям статуса принадлежности к метрической подсистеме оценки деятельности предприятия (4); автоматическое или автоматизированное (в зависимости от выбранного режима работы) назначение параметров передачи данных в ХД МП, в числе которых: условия загрузки данных в ХД МП; периодичность загрузки данных в ХД МП; наименование слота ХД МП, в который осуществляется загрузка данных по каждому выбранному показателю; требования к полноте загружаемых данных; требования к проверке достоверности загружаемых данных (5); загрузка данных в ХД МП (6).

Приведённая процедурная модель сбора и передачи в ХД МП описывает процедуру записи данных, получаемых непосредственно с этапов выполняемых процессов. Однако для принятия взвешенных решений часто имеется необходимость в дополнительной информации, которая может быть получена из различных внешних источников. При этом удовлетворение потребности в такой информации может осуществляться по оригинальному или типовому запросу к внешним источникам данных.

Процедурная модель формирования запросов и извлечения данных включает четыре действия: поиск запрашиваемых данных в ХД МП (1); автоматический или автоматизированный переход к расширенному поиску данных в ХД i-ых подсистем предприятия (2); автоматический или автоматизированный переход к расширенному поиску данных во внешних базах данных, подключённых к процессно-ориентированной СУБД «COBRA++» (3); автоматический или автоматизированный переход к расширенному поиску данных в информационных ресурсах Internet (4).

Для каждой группы решаемых задач выбираются свои методы и регламенты поиска и структурирования данных, записанные в репозитарий механизма извлечения данных. Кроме того, предусмотрена возможность составить маршрут поиска данных, необходимых для принятия решений или проведения анализа, вручную, и запустить процесс поиска информации. Показана особенность реализации в процессно-ориентированной СУБД «COBRA++» принципов организации процедуры коллективного принятия решений. Представлена процедурная модель проведения электронного совещания/экспертизы по межфункциональной проблеме предприятия и выработки коллективного экспертного суждения.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Описана структура метрической подсистемы оценки деятельности предприятия и дана классификация обрабатываемых в ней данных, приведены общие принципы её создания. Дана классификация метрик в зависимости от их назначения. Описаны правила и методика построения метрической подсистемы оценки деятельности предприятия, основу которой формирует информация об информационных контурах сборки, анализа и преобразования данных, используемых для принятия решений в разных центрах ответственности.

2. В структуре СППР предложен интегрирующий блок – метрическая подсистема оценки деятельности предприятия, осуществляющая интеграцию данных, поступающих из отдельных подсистем полиструктурной организационно-технической системы. Определены признаки отнесения показателей к интегрирующему модулю полиструктурной системы, являющихся основой наполнения метрической подсистемы оценки деятельности предприятия.

3. Разработана формальная модель описания метрической подсистемы оценки деятельности предприятия на основе теоретико-множественного представления, рассматриваемая как полиструктурная гетерогенная система, имеющая множество компонентов, часть из которых взаимодействуют друг с другом, образуя сложные линейные, сетевые и иерархические связи.

4. Описаны правила построения процедурной модели принятия групповых решений и дано их формальное описание на основе предикатов первого уровня. Предложена обобщённая модель выбора попарных сравнений, обеспечивающий поиск альтернативы и проверку ответов экспертов на согласованность. Разработана процедурная модель сбора и передачи данных в метрическую подсистему оценки деятельности предприятия.

5. Разработана процедура реализации информационного обеспечения метрической подсистемы оценки деятельности предприятия в процессно-ориентированной СУБД «COBRA++».

В диссертационном исследовании решена научная задача: разработано методическое и организационное обеспечение поддержки принятия групповых решений в полиструктурной процессно-ориентированной системе предприятия.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Снижение сложности экспертной оценки альтернатив в методе анализа иерархий / О.В. Щекочихин, В.В.Шведенко, Д.Н.Тимофеев // Научно-технический вестник Поволжья. – 2017. – №2. – С.132-134. (0,3 п.л./ 0,1 п.л.).

2. Тимофеев Д.Н. Методика построения метрической системы контроля и управления взаимодействующих технических, экономических и организационных подсистем / Д.Н.Тимофеев, В.В.Шведенко // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2017. – №12. – С.53-61. (0,6 п.л./ 0,3 п.л.).

3. Тимофеев Д.Н. Интеграция информационного обеспечения предприятия на основе метрической системы показателей / Д.Н.Тимофеев, В.В.Шведенко, О.В.Щекочихин // Научно-технический вестник Поволжья. – 2017. – №5. – С.160-162. (0,2 п.л./ 0,1 п.л.).

4. Тимофеев Д.Н. Модель управления полиструктурной системой на основе оценки и выбора альтернатив методом попарных сравнений / Д.Н.Тимофеев, В.В.Шведенко, О.В.Щекочихин // Инженерный вестник Дона. – 2017. – №7. – С.1-9. (0,6 п.л./ 0,3 п.л.).

5. Тимофеев Д.Н. Архитектура информационной системы автоматизации подготовки и принятия управленческих решений / Д.Н.Тимофеев, В.В.Шведенко // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2018. – № 4(44). – С.1-7. (0,4 п.л./ 0,3 п.л.).

6. Тимофеев Д.Н. Алгоритм оценки и выбора альтернативы принимаемого группового управленческого решения // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2018. – № 4(44). – С.1-9. (0,5 п.л./ 0,5 п.л.).

7. Тимофеев Д.Н. Информационное обеспечение поддержки принятия групповых решений в полиструктурной процессно-ориентированной системе предприятия / Д.Н.Тимофеев, В.М.Тютюнник // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2020. – №6. – С.22-26. (0,4 п.л./ 0,3 п.л.).

8. Тимофеев Д.Н. Модель информационного обеспечения метрической подсистемы оценки деятельности предприятия на основе теории полиструктурных систем / Д.Н.Тимофеев, В.М.Тютюнник // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2020. – №11. – С.15-18. (0,2 п.л./ 0,1 п.л.).

Публикации в иных изданиях

9. Тимофеев Д.Н. Использование метрической системы показателей для интеграции информационных подсистем предприятия // Научный потенциал XXI: материалы междунар. науч.-практ. конф. (6 июля 2017 г., ОВН-171, Саратов). Саратов: ЦПМ «Академия Бизнеса», 2017. – 179 с. – С.156-159. (0,2 п.л./ 0,2 п.л.)

10. Тимофеев Д.Н. Совершенствование метода анализа иерархий на основе структурирования ресурсов, альтернатив и показателей достижения целей в процессе проведения экспертизы // Стратегические направления развития науки, образования, технологий: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., 31 июля 2017 г.: в 4 ч. / под общ. ред. Е.П.Ткачевой. – Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2017. – Ч.1. – 160 с. – С.150-153. (0,3 п.л./ 0,3 п.л.)

11. Тимофеев Д.Н. Теоретические и методологические аспекты принятия управленческих решений // Наука и технологии – ключевой фактор развития стран и регионов: сб. науч. тр. по материалам I Междунар. техн. форума молодых учёных, 20 сентября 2017 г., Екатеринбург. – Екатеринбург: НОО «Профессиональная наука», 2017. – 234 с. – С.142-159. (0,8 п.л./ 0,8 п.л.)

12. Тимофеев Д.Н. Классификация и анализ архитектур систем поддержки принятия решений // XV Международные научные чтения (памяти Капицы С.П.): сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (1 октября 2017 г., г. Москва). – М.: ЕФИР, 2017. – 91 с. – С.12-14. (0,2 п.л./ 0,2 п.л.)

13. Тимофеев Д.Н. Функционирование метрической системы управления предприятием в процессе развития его деятельности на примере информационной службы предприятия // Достижения и проблемы современной науки: сб. публикаций

науч. журн. «Globus» по материалам XXII Междунар. науч.-практ. конф. 1 ч. – СПб.: «Globus», 2017. – 76 с. – С.42-49. (0,5 п.л./ 0,5 п.л.).

14. Тимофеев Д.Н. Теоретические и методологические основы построения систем поддержки принятия решений // Формирование профессионала в условиях региона: Материалы XXII Междунар. науч. конф., г. Тамбов, 20-22 октября 2020 г. / под ред. проф. В.М.Тютюнника, проф. В.А.Зернова, проф. В.А.Фёдорова. – Тамбов; М.; СПб.; Баку; Вена; Гамбург; Стокгольм; Буаке; Варна; Ташкент: изд-во МИНЦ «Нобелистика», 2020. – 128 с. – С.66-79. (0,9 п.л./ 0,9 п.л.).

15. Тимофеев Д.Н. Реализация процедуры принятия групповых управленческих решений в инструментальной среде процессно-ориентированной СУБД «COBRA++» // Информационные процессы, системы и технологии. – 2020. – Т.1, №1 (19). – С.15-19. (0,4 п.л./ 0,4 п.л.).