

УДК 551.501

Доронина Ю.В., канд. техн. наук, доцент*Севастопольский национальный технический университет,**ул. Университетская-33, г. Севастополь, Украина, 99053**E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua***ГЛОБАЛЬНЫЕ ОТРАСЛЕВЫЕ СИСТЕМЫ И МЕТОД ИХ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Рассматриваются аспекты построения крупных производственных автоматизированных систем. Вводится определение «глобальных» отраслевых систем (ГЛОС), а также метод оптимального проектирования, основанный на вариантном анализе с учетом мнений экспертов.

Обзор проблемы

Автоматизация производств развивается стремительно от разработки одиночных программ, до программных комплексов, от точечной автоматизации рабочих мест – до технологических процессов, производств, в целом. Но что понимается в настоящее время под отраслевой автоматизацией? В большинстве случаев, под отраслевой производственной автоматизацией понимается автоматизация предприятия или комплекса предприятий в рамках данной отрасли. Так, например в [1], рассмотрена отраслевая производственная система оптимизации процессов электроэрозионной обработки инструментального цеха, где рассматривается структура корпоративной информационно-управляющей системы промышленного предприятия и возможности разработки при автоматизации сквозного предприятия. В работах Барайшука В.Н. и Елисеева В.Г. показаны отраслевые интегрированные системы управления предприятием (ИСУП) как путь решения проблемы эффективного управления мелкосерийным производством. В подходе к реализации единой отраслевой системы автоматизированного проектирования технологических процессов кузнечнопрессового производства, разработанная А.И. Островерхом, В.Н. Сычевым и др. на Федеральном государственном унитарном предприятии «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева» (Россия), рассмотрена система автоматизированного проектирования технологических процессов кузнечнопрессового производства.

Цель статьи

Таким образом, при использовании термина «отраслевая оптимизация» или «отраслевая автоматизация» в настоящее время речь идет не об отраслях в целом, а о технологическом производстве. Но кроме конкретного технологического производства к отрасли может относиться и ряд других взаимосвязанных подразделений, таких как транспорт, грузоперевозки, аппарат управления и т.п., которые являются активными подсистемами отраслевой системы. Следовательно, целью статьи является введение понятия «глобальные отраслевые системы», а также представление метода оптимального проектирования, основанного на вариантном анализе с учетом мнений экспертов.

Направление исследований

Важнейшая с точки зрения безопасности жизнедеятельности и мореплавания технологическая система производства метеорологических и гидрологических прогнозов представляет собой пример такой сложноструктурированной отраслевой системы (рисунок 1).

Следует отметить, что на рисунке изображена упрощенная структура, без конкретизации состава каждой из подсистем. Исходя из анализа технологических процессов и специфики гидрометеорологической отрасли (ГМО) можно выделить ряд задач управления, а именно: управление датчиками, управление планированием наблюдений, управление и администрирование архива гидрометеорологических данных, управление процессом прогнозирования, управление изданием справочников, пособий, кадастров, бюллетеней, управление уточнением прогнозов и другие. Следовательно, на примере ГМО можно оценить необходимость постановки задачи комплексной отраслевой или «глобальной» автоматизации.

С целью исследования особенностей подходов к синтезу и анализу ГЛОС проведена классификация подобных систем.

1) ГЛОС «Предприятие»: основная характеристика –разнородные технологические процессы. Описание – компоненты, части, цеха расположены на одной территории, либо управляемо связаны, устойчиво связаны по времени.

2) ГЛОС «Филиалы»: основная характеристика – географическая разделенность, но схожесть технологических процессов.

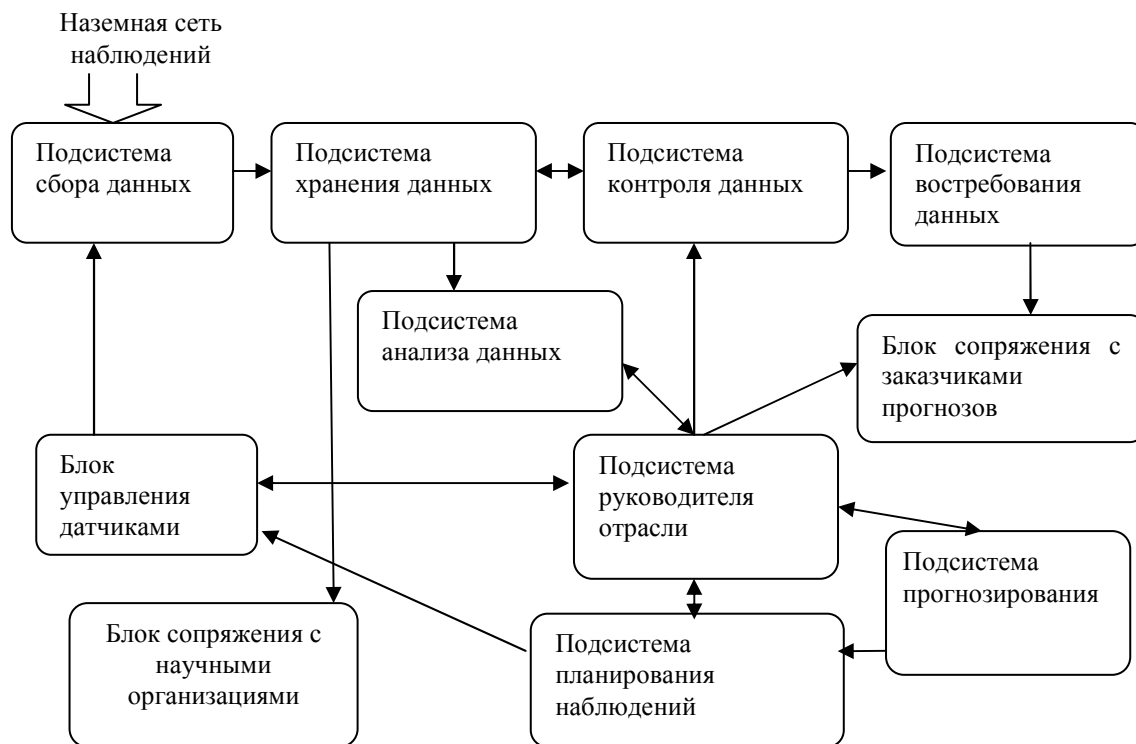


Рисунок 1 – Схема управления задачами гидрометеорологической отрасли

3) ГЛОС «Структура»: Включает признаки 1 и 2. Технологические процессы разнородные, имеет место географическая разделенность. Особенность: времена между отдельными компонентами на отдельных подсистемах могут быть не определены (таблица 1).

Таблица 1 – Особенности видов ГЛОС

Тип ГЛОС	Географическое расположение	Количество технологических процессов	Времена ожидания между участками (подсистемами)
1. «Предприятие»	$\rightarrow 0$	$\rightarrow \infty$	const
2. «Филиалы»	$\rightarrow \infty$	$\rightarrow 0$	const
3. «Структура»	$\rightarrow \infty$	$\rightarrow \infty$	не определены

Таким образом, представленная классификация позволила определить основные свойства ГЛОС, что дает толчок к развитию идей их анализа и синтеза, но проектирование ГЛОС может быть весьма затруднительным из-за необходимости учета многих факторов, например, экономических, связанных с большими финансовыми затратами при проектировании и эксплуатации ГЛОС. В этой связи важным этапом создания ГЛОС является вариантный анализ структур. Для гидрометеорологической отрасли была исследована базовая структура, описываемая циклом гидрометеорологических данных (ЦГМД) [2].

На основе ЦГМД, а также на базе системы сбора, обработки, контроля и анализа данных морских прибрежных наблюдений АССОКА были разработаны 5 вариантов структур ГЛОС по разделу режимной информации [3]:

- v_1 – система с управлением датчиками на этапе сбора данных;
- v_2 – система с визуальным критическим контролем;
- v_3 – система с ручным вводом данных в ТГМ;
- v_4 – система с автоматической фильтрацией данных (без ручного внесения изменений);
- v_5 – система с возможностью выбора подсистемы хранения.

Для выбора оптимальной структуры автоматизированной отраслевой системы необходимо применить вариантный анализ по следующим группам критериев:

1 – надежность данных в целом; 2 – экономические критерии; 3 – доступ к данным; 4 – взаимодействие с данными; 5 – иерархическое отраслевое взаимодействие.

На первом этапе определялись глобальные критерии по внешней группе критериев (без учета критериев в подгруппах). Сравнение структур по критериям осуществлялись экспертами в области гидрометеорологии и экономики. Для определения коэффициента согласованности мнений экспертов был выбран коэффициент конкордации, результаты расчета которого показали высокую степень согласованности мнений экспертов ($w=0,81$). Используя метод, предложенный А.П. Ротштейном, получены следующие нечеткие множества, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Пересечение нечетких множеств для вариантов схем

Способ сравнения	Множество D
Случай равновесных критериев для глобальных групп $q_j^1, q_j^2, q_j^3, q_j^4, q_j^5$	$D = \left\{ \frac{0,058}{v_1}, \frac{0,033}{v_2}, \frac{0,049}{v_3}, \frac{0,0997}{v_4}, \frac{0,26}{v_5} \right\}$
Случай неравновесных критериев для глобальных групп $q_j^1, q_j^2, q_j^3, q_j^4, q_j^5$	$D = \left\{ \frac{0,26}{v_1}, \frac{0,25}{v_2}, \frac{0,25}{v_3}, \frac{0,51}{v_4}, \frac{0,72}{v_5} \right\}$
Случай равновесных критериев в группе 1 $q_j^1: q_1^1, q_2^1, q_3^1$	$D = \left\{ \frac{0,047}{v_1}, \frac{0,052}{v_2}, \frac{0,038}{v_3}, \frac{0,27}{v_4}, \frac{0,15}{v_5} \right\}$
Случай неравновесных критериев в группе 1 $q_j^1: q_1^1, q_2^1, q_3^1$	$D = \left\{ \frac{0,2}{v_1}, \frac{0,196}{v_2}, \frac{0,18}{v_3}, \frac{0,51}{v_4}, \frac{0,59}{v_5} \right\}$
Случай равновесных критериев в группе 2 $q_j^2: q_1^2, q_2^2, q_3^2, q_4^2, q_5^2$	$D = \left\{ \frac{0,04}{v_1}, \frac{0,037}{v_2}, \frac{0,047}{v_3}, \frac{0,044}{v_4}, \frac{0,037}{v_5} \right\}$
Случай неравновесных критериев в группе 2 $q_j^2: q_1^2, q_2^2, q_3^2, q_4^2, q_5^2$	$D = \left\{ \frac{0,49}{v_1}, \frac{0,29}{v_2}, \frac{0,22}{v_3}, \frac{0,39}{v_4}, \frac{0,47}{v_5} \right\}$
Случай равновесных критериев в группе 3 $q_j^3: q_1^3, q_2^3, q_3^3$	$D = \left\{ \frac{0,047}{v_1}, \frac{0,049}{v_2}, \frac{0,036}{v_3}, \frac{0,11}{v_4}, \frac{0,52}{v_5} \right\}$
Случай неравновесных критериев в группе 3 $q_j^3: q_1^3, q_2^3, q_3^3$	$D = \left\{ \frac{0,11}{v_1}, \frac{0,15}{v_2}, \frac{0,091}{v_3}, \frac{0,41}{v_4}, \frac{0,63}{v_5} \right\}$
Случай равновесных критериев в группе 5 $q_j^5: q_1^5, q_2^5, q_3^5, q_4^5$	$D = \left\{ \frac{0,071}{v_1}, \frac{0,037}{v_2}, \frac{0,073}{v_3}, \frac{0,091}{v_4}, \frac{0,1}{v_5} \right\}$
Случай неравновесных критериев в группе 5 $q_j^5: q_1^5, q_2^5, q_3^5, q_4^5$	$D = \left\{ \frac{0,44}{v_1}, \frac{0,25}{v_2}, \frac{0,24}{v_3}, \frac{0,41}{v_4}, \frac{0,6}{v_5} \right\}$

Следует отметить, что в статье представлена идея расширения метода [4] на основе анализа вложенных критериев по группам.

Выделены следующие критерии для вариантного анализа в группах: 1.1– надежность хранения данных; 1.2 – качество данных при востребовании; 1.3 – целостность данных. 2.1 – экономия технических средств на структуру в целом; 2.2 – экономия на этапе сбора данных; 2.3 – экономия на этапе обработки; 2.4 – экономия хранения; 2.5 – экономия зарплаты. 3.1 – среднее время доступа к данным; 3.2 – время реакции системы; 3.3 – вероятность получения качественных данных. 4.1 – управление сбором данных; 4.2 – управление контролем данных на программном уровне; 4.3 – управление анализом данных; 4.4 – управление хранением данных. 5.1 – управление ЦГМД; 5.2 – управление план – заданиями структурных подразделений; 5.3 – отраслевое управление сбором данных; 5.4 – управление хранением данных на основании выбора типа длительного хранения: архивация, резервирование.

В связи с высокой сложностью гидрометеорологической ГЛОС для дальнейшего анализа был применен метод фазового укрупнения систем (СФУ), на базе которого построены два основных варианта структур исследуемой ГЛОС с отказами первого и второго рода. К отказам первого рода относятся отказы системы, связанные с отсутствием данных для обработки, т.е. невозможность получения данных с датчиков или вручную. К отказам второго рода относятся отказы системы, связанные с невозможностью передачи данных по каналу связи. Граф СФУ ГЛОС с отказами первого рода изображен на рисунке 2, второго рода – на рисунке 3.

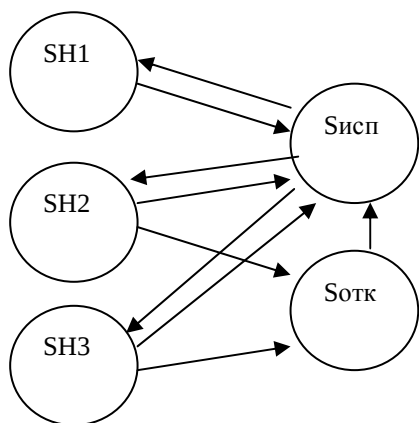


Рисунок 2 – Граф переходов фазово-укрупненной системы с отказами первого рода: SH1–SH3 – состояния различных видов сбора данных, Sotk – состояние отказа системы, Сисп – исправное состояние

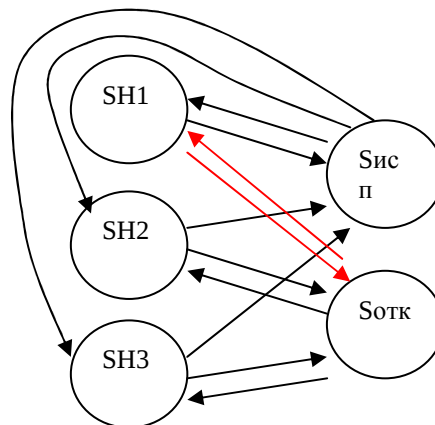


Рисунок 3 – Граф переходов фазово-укрупненной системы с отказами второго рода

Таким образом, можно говорить об инвариантности СФУ ГЛОС с двумя типами отказов относительно различных вариантов v_i структур ГЛОС.

Выводы и обобщения

В статье рассмотрена классификация глобальных отраслевых систем, показаны их свойства и особенности.

Приведены результаты выбора оптимальных структур автоматизированной отраслевой гидрометеорологической системы на основе экспертных оценок и теории нечетких множеств из пяти вариантов, отобранных экспертами. Рассчитан коэффициент конкордации, дающий основание считать оценки экспертов согласованными, при полученном значении $w=0,81$. Новизной приведенного метода является классификация критериев по группам, а также уточнение (детализация критериев в группах), таким образом, при выборе оптимальных структур автоматизированной отраслевой системы произведен учет не только глобальных критериев, уточненных критериев в группах. Учитывая требования развития автоматизированной отраслевой системы гидрометеорологического мониторинга режимных данных, из дальнейшего рассмотрения выбывают только варианты v_2, v_3 , которые на сегодняшний день используются в качестве основных в системе АССОКА, остальные наряду с v_5 подлежат дальнейшему рассмотрению. В статье также рассмотрены схемы структур СФУ ГЛОС с двумя типами отказов.

Перспективы дальнейших исследований

Предполагается углубить исследования, связанные с доказательством инвариантности схем СФУ ГЛОС относительно типов структур гидрометеорологической системы, а также проведение вероятностного анализа выбранных систем и оценки их с точки зрения надежности.

Библиографический список

1. Павлюченко А. Д. MES – ключевой элемент единой информационной системы управления предприятием / А.Д. Павлюченко, В.В. Глухов, А.Г. Черняков // Автоматизация в промышленности — М., 2005, №9 — С. 38 – 44.
2. Доронина Ю.В. Автоматизация цикла гидрометеорологических данных / Ю. В. Доронина // сб. науч. тр. УкрНИГМИ. — К.: 1999. — С. 250 – 254.
3. Доронина Ю.В. Автоматизированная система сбора, обработки, контроля и анализа данных морских прибрежных гидрометеорологических наблюдений / Ю.В. Доронина // Оптимизация производств. процессов: сб.науч.тр. — Севастополь, 2004, — Вып.7. — С.73–77.
4. Ротштейн О.П. Варіантний аналіз на базі нечітких парних порівнянь: методика та застосування на прикладі порівняння семіотичних систем / О.П. Ротштейн, А.М. Петух, М.І.Петренко // Вимірювальна і обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 1998. — №2. — С. 17 – 24.

Поступила в редакцию 21.11.2008 г.