

УДК 681.3.07+615.849+517.8

Модели и средства системного проектирования медицинской информационно-аналитической системы (МИАС) Реабилитационного центра объекта «Укрытие»

В. М. Буяльский, В. М. Данилов

ГСП «Чернобыльская АЭС», Славутич, Украина

Резюме

Эффективная эксплуатация комплекса автоматизированного диагностического оборудования Реабилитационного центра объекта «Укрытие» (ОУ) невозможна без создания Медицинской информационно-аналитической системы (МИАС). Обработка данных мониторинга позволит решить задачи информационной поддержки профессионального отбора персонала для выполнения работ на ОУ, контроля состояния его здоровья, поддержки профессиональной пригодности и др.

Предлагается современный практический метод формирования ансамбля моделей для системного проектирования МИАС. Метод основан на концепции высокоуровневого архитектурного проектирования автоматизированных (информационных) систем. Ансамбль моделей строится на основе базового набора, который представляет процедурно-ориентированные, объектно-ориентированные и информационно-ориентированные методы системного проектирования. Каждый из методов дополняет и подкрепляет другие, в результате чего ансамбль наиболее полно представляет гиперпространство, репертуар и процедуры проектирования.

Для создания моделей любой из графических нотаций используются программные средства фирмы Computer Associates International, Inc., что обеспечивает сбалансированность всех проектных процедур и интеграцию знаний о будущей системе на всей технологической цепочке проектирования.

Предусматривается использование метода в разработке, сопровождении и развитии МИАС Реабилитационного центра ОУ при реализации международной программы SIP на Чернобыльской АЭС.

Ключевые слова: ансамбль моделей, метод проектирования МИАС.

Клин. информат. и Телемед.
2004. Т.1. №2. с.158–164

Введение

Большинство экспертов считают главной причиной отказов и аварий неправильные либо несвоевременные действия персонала, обусловившие, по данным различных литературных источников, от 30–60% до 80–90% аварий и отказов. При этом, ошибочные действия операторов рассматриваются как равнозначные отказам оборудования [1, 2]. Именно с человеческим фактором связаны наиболее тяжелые по своим последствиям аварии, в том числе и за-проектные, имевшие наименьшую вероятность [3].

Увеличение объемов работ и напряженности труда, ожидаемое при реализации международной программы Shelter Implementation Plan – SIP (План осуществления мероприятий на объекте «Укрытие» – ПОМ), потребует организации упреждающих мероприятий по психофизиологическому сопровождению, мониторингу и реабилитации здоровья персонала ОУ и подрядных организаций [4]. Основная цель этих мероприятий – снижение риска аварий, профессиональной заболеваемости и травматизма. Для решения этих задач создается Реабилитационный центр (РЦ) объекта «Укрытие» (ОУ), основная цель которого – мониторинг состояния здоровья персонала, который должен опираться на применение современных средств функциональной диагностики с учетом особенностей производственной среды.

Основным продуктом деятельности РЦ будет информация о состоянии профессионально важных качеств (здоровья

и психофизиологических). На ее базе будет осуществляться допуск к работам в особых условиях ОУ, а также обосновываться реабилитационные мероприятия и рекомендации по рекреации (деятельности работника в свободное от работы время с целью восстановления и укрепления своих физических и психофизиологических возможностей).

Постановка задачи

Эффективная эксплуатация комплекса автоматизированного диагностического оборудования немыслима без создания Медицинской информационно-аналитической системы (МИАС), которая на основе обработки данных мониторинга позволит решить задачи информационной поддержки профессионального отбора персонала для выполнения работ на ОУ, контроля состояния его здоровья, поддержания профессиональной пригодности и др. Информация, получаемая в результате мониторинга состояния здоровья персонала, осуществляющего работы по ПОМ, нуждается в длительном (не менее 50 лет) хранении и защите от несанкционированного использования, редактирования и разрушения. С этой целью она будет помещаться в хранилище данных Интегрированной базы данных «Укрытие».

Сегодня ключевое слово в определении состояния ОУ, как уникального радиационно-опасного объекта – «неопределенность» [5]. Исходя из этого, при

создании современной, надежной, функциональной, открытой и масштабируемой МИАС РЦ необходим подход, который диктуется не только минимальными ресурсами, но и необходимостью постоянного накопления и анализа знаний о нем. Следовательно, заведомо предполагается перманентное развитие МИАС в процессе ее жизненного цикла.

Ряд промышленных и вновь создаваемых методологий интенсивной разработки автоматизированных систем (АС), информационных систем (ИС) различного применения, любого масштаба и сложности предоставляют специалистам широкие возможности. Соответствующим проектам, с точки зрения методологии, характерны три наиболее важных компонента: люди, процесс и технология. Несмотря на то, что первый закон информационной технологии от Джефа де Луки гласит, что информационные технологии — это 80% психологии и 20% технологии [6], последний фактор приобретает все более решающее значение. С развитием интеллектуальных средств автоматизированного проектирования технологии, вбирая в себя накопленный опыт специалистов, уменьшают риски в проекте, связанные с человеческим фактором. Такова тенденция. А что делать сегодня, пока мы не имеем идеальных инструментов, обеспечивающих эффективное создание автоматизированных систем любой степени сложности? С практической точки зрения предпочтение должно быть отдано самым последним методологиям и средствам, наиболее полно поддерживающим весь жизненный цикл будущей системы.

Методология системного проектирования МИАС

Построение методологии системного проектирования сложных систем находится в прямой зависимости от продуктивности системного моделирования. Путь, связанный с построением ансамбля математических моделей [7], может быть взят за основу при создании соответствующей машинной технологии моделирования, разработка которой определяется концептуальным и математическим аппаратом системного моде-

лирования, являясь его прикладной интерпретацией. Существуют различные математические подходы к стратификации моделей и обоснованию состава их ансамбля в теории систем и системном анализе. Так, например, метод объектно-структурного анализа (ОСА) [8] подразумевает разработку и использование матрицы ОСА, которая позволяет собранную информацию дезагрегировать последовательно по слоям страт (вертикальный анализ), а затем по уровням — от уровня проблемы до уровня подзадачи (горизонтальный анализ). Или наоборот — сначала по уровням, а потом по стратам.

На основе математических моделей в программной инженерии наработано множество нотаций графических моделей, практически используемых в системном проектировании, а соответствующие промышленные методологии вобрала в себя подходы, использующие эти модели для представления данных и знаний.

Стратификация предполагает последующее конструирование будущей системы при соблюдении принципа ее функциональной целостности, органичности посредством совокупности моделей баз данных (знаний), над которыми определены вычислительные процессы решения локально исследованных задач теории систем и системного анализа. Однако, приступая к реализации конкретной системы (МИАС) в рамках конкретного проекта, обладающего ограниченными ресурсами, разработчика больше интересуют практические методы, за которыми стоит добротная теория. Стратификация при описании иерархии детерминирующих связей, механизмов и структур МИАС должна приводить к оптимальному ансамблю моделей, отражающему структурированные знания о системе, служить целью и средством исследования логики образования феномена системы.

На основании концепции высокоуровневого архитектурного системного проектирования [9], которая предполагает представление знаний о системном проектировании в виде трех взаимодействующих банков знаний (об объекте проектирования, о методах и моделях проектирования, о процедурах проектирования), предлагается формирование ансамбля моделей, представляющих семантическое гиперпространство проектирования, описывающее РЦ как объект управления и МИАС, репертуар (методы и модели) проектирования, процесс (процедуры) проектирования (рис. 1). МИАС является отображением реальных процессов, которые обеспечивают функционирование РЦ. Уровень адекватности такого отображения определяется за-

данной системой целевых компонентов (цели → функции → задачи → процедуры → операции).

Современные структурные методологии анализа и проектирования систем классифицируются, в зависимости от порядка построения моделей, на процедурно-ориентированные, объектно-ориентированные и информационно-ориентированные. Традиционный процедурно-ориентированный подход декларирует первичность функциональных компонент по отношению к проектированию структур данных (требования к данным раскрываются через функциональные требования). При объектно-ориентированном подходе вначале определяются структуры данных, а затем процедурные компоненты, как производные от данных. Особенностью информационно-ориентированного подхода является возможность логического и физического представлений данных, в том числе, и неиерархических структур.

Представление знаний

Оптимальное представление знаний об объекте управления (РЦ) и проектируемой системе (МИАС), исходя из заданного «дерева» целей, можно получить, используя конгломерат всех трех подходов. Ансамбль моделей строится на основе базового набора, представляющего процедурно-ориентированные, объектно-ориентированные и информационно-ориентированные методы системного проектирования. Каждый из методов дополняет и подкрепляет другие, в результате чего ансамбль наиболее полно представляет гиперпространство, репертуар и процедуры проектирования. В качестве основных нотаций для процедурно-ориентированных моделей используются IDEF0 (деловые процессы), DFD (поток данных), IDEF3 (процессы), Gantt (график работ), Organization (организационная структура), Swim Lane (роли и ответственность); для информационно-ориентированных — IDEF1X, IE, DM (логическая и физическая структура данных); для объектно-ориентированных — Activity (деятельности), Class (классов), Collaboration (кооперации), Sequence (последовательности), State (состояний), UseCase (вариантов использования), Component (компонентов), Deployment (развертывания).

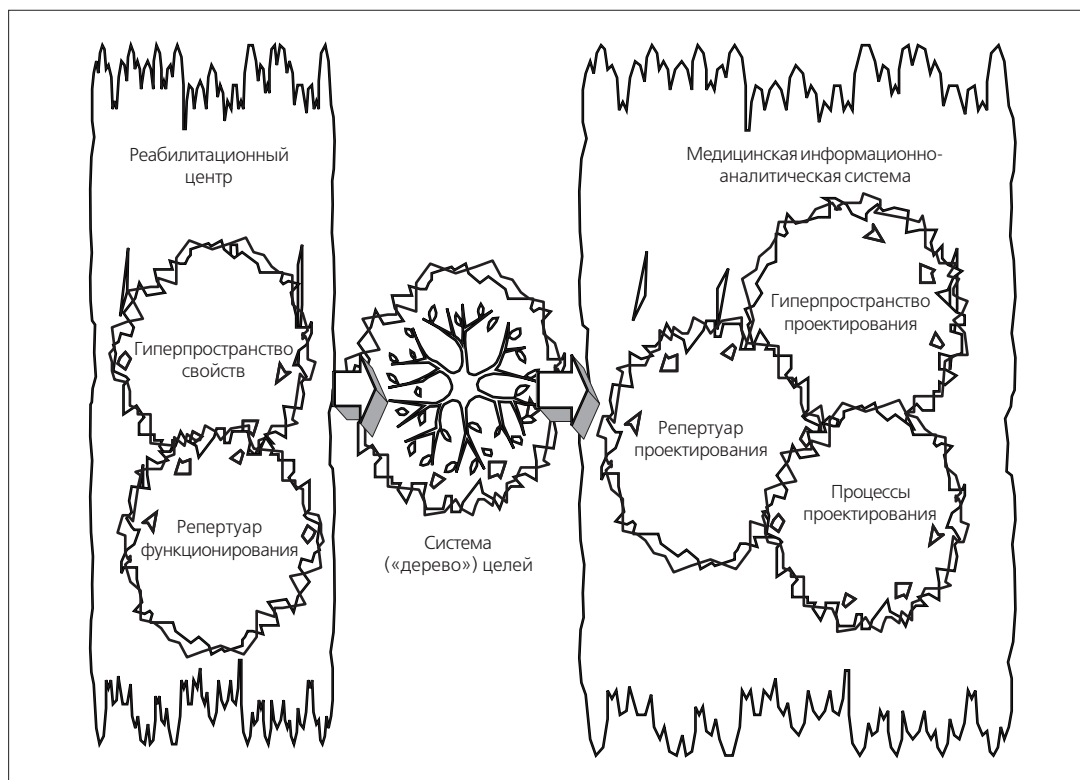


Рис.1. Отображение гиперпространства РЦ на гиперпространство МИАС.

Далее, в качестве примера, проиллюстрирован процедурно-ориентированный подход к представлению МИАС как совокупности взаимодействующих работ и функций, который позволяет смоделировать логику и взаимодействие процессов организации этой системы. На рис. 2 приведено абстрактное описание МИАС РЦ в стандарте IDEF0.

На рис. 3 показана декомпозиция контекстной диаграммы в дочернюю диаграмму IDEF0, которая раскрывает основные функции МИАС РЦ.

Затем на рис. 4 и рис. 5 в виде диаграмм потоков данных (DFD) последовательно раскрывается функция «Профессиональный отбор персонала» (рис. 3) и «Психофизиологический контроль персонала» с целью описания документооборота и обработки информации.

Именно такой метод формирования ансамбля моделей использован фирмой Computer Associates International, Inc. (CA) [10] в арсенале программного интеллектуального инструментария разработки АС (ИС), который считается одним лучших на современном рынке (табл.1). При этом, для создания моде-



Рис. 2. Контекстная диаграмма МИАС РЦ (IDEF0).

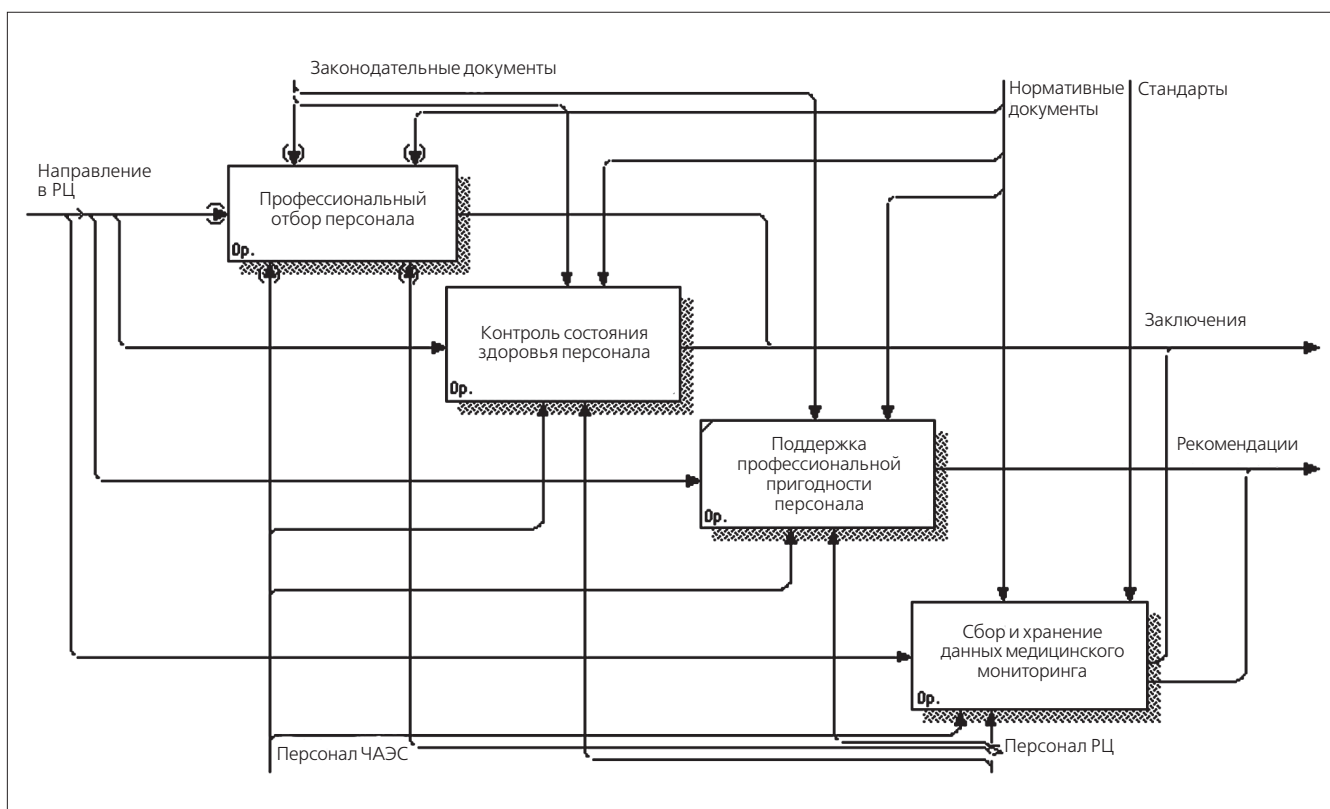


Рис. 3. Мониторинг готовности персонала по медицинским показателям.

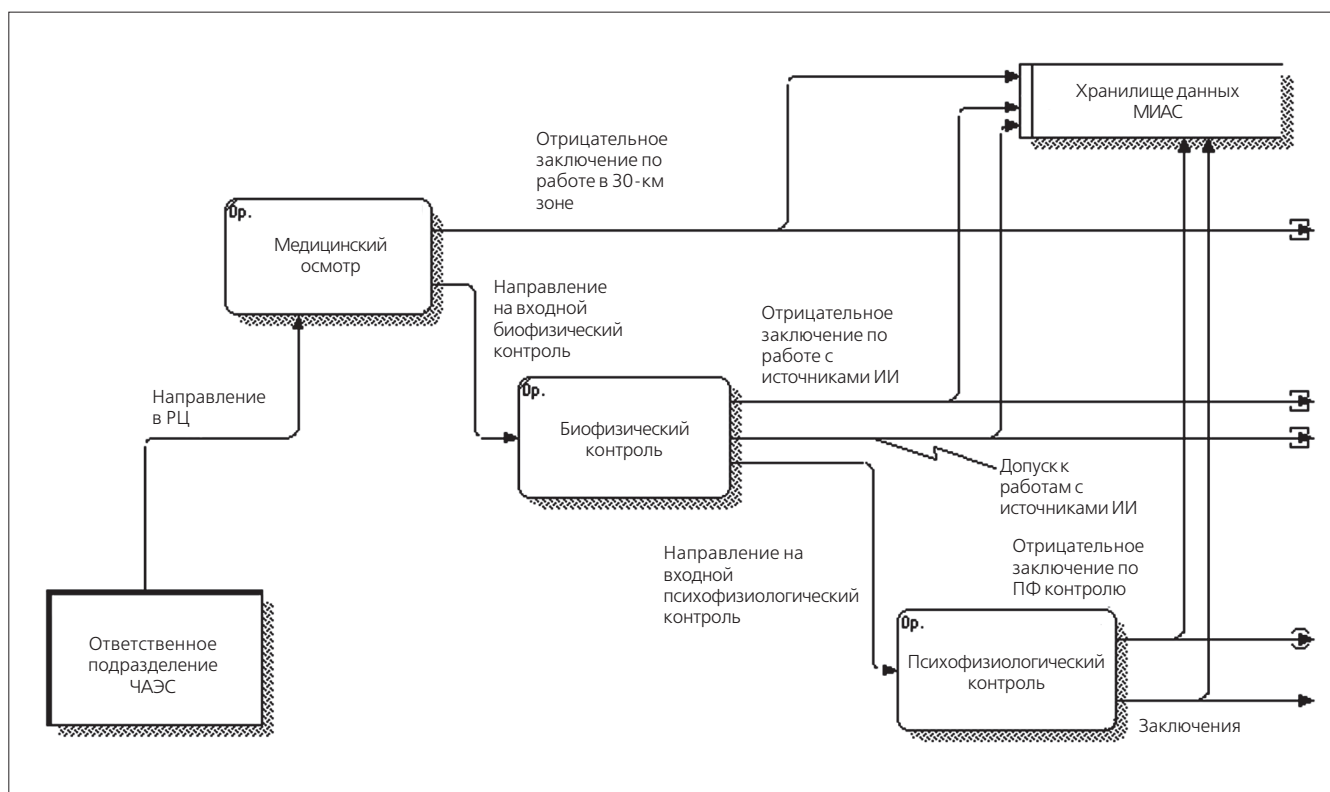


Рис. 4. Профессиональный отбор персонала.

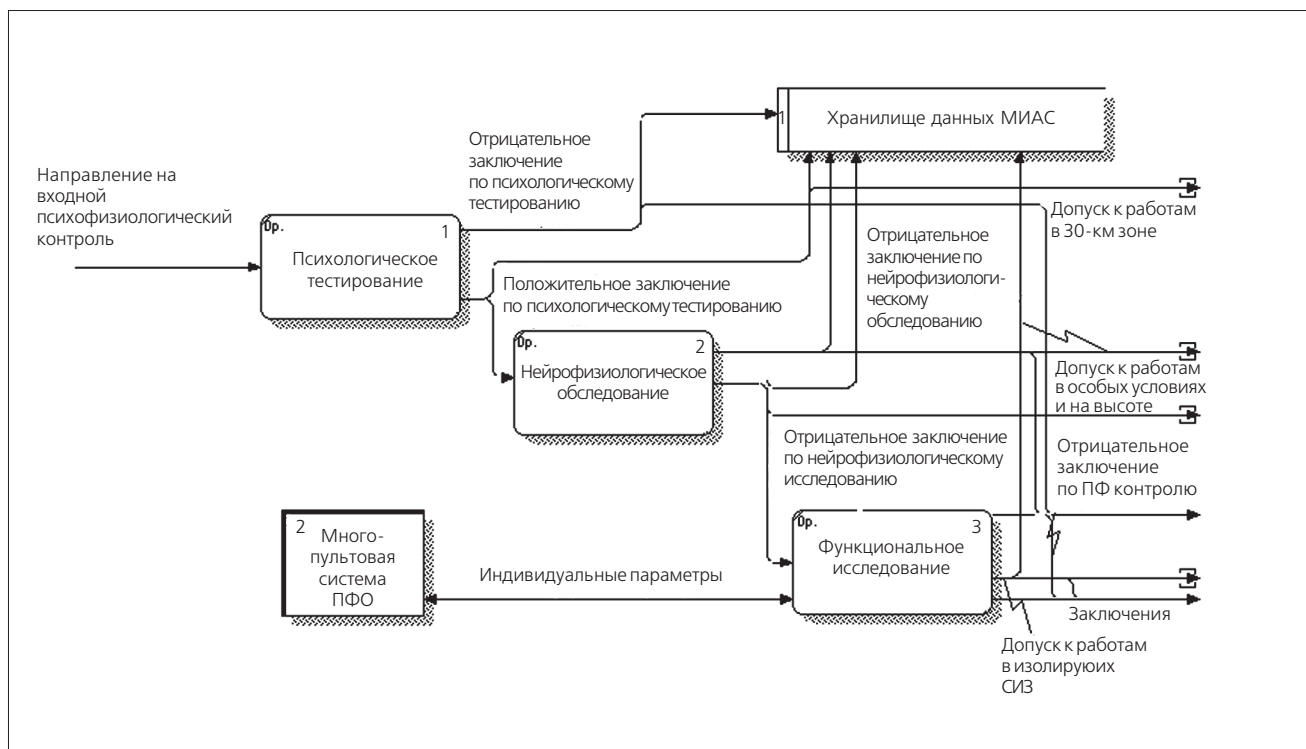


Рис. 5. Психофизиологический контроль персонала.

Табл. 1. Средства СА автоматизированного проектирования АС (ИС).

Наименование	Назначение	Основные компоненты/функции
AllFusion Modeling Suit	Системное моделирование	AllFusion Process Modeler (моделирование процессов), ERwin Data Modeler (моделирование данных), AllFusion Data Model Validator (проверка моделей и данных), AllFusion Model Manager (управление моделями), AllFusion Component Modeler (моделирование компонентов)
Allfusion Process Management Suit	Управление процессами	Process Engineer (разработка процессов), Project Engineer (разработка проектов), Advisor (программа-консультант), Best Practices Library (библиотека оптимальных методов)
Cleverpath Business Intelligence Tools	Анализ информации	Reporter (генерирование отчетов), OLAP (аналитическая обработка), Forest&Trees, Predicative Analysis Server (сервер упреждающего анализа), AION Business Rules Expert (экспертиза бизнес-правил)
Advantage Gen (Advantage Plex)	Генерация кода приложений	Проектирование, развертывание и поддержка приложений
AllFusion Harvest Change Manager	Управление изменениями, версиями, конфигурациями	Инвентаризация параметров, контроль версий, контроль выпусков, управление сборкой, управление параллельными разработками, Form Wizard (разработка форм) и др.
Cleverpath Portal	Управление доступом к информации	Организация информации и приложений, публикация, интегрирование, контроль доступа к данным и документам
Advantage Data Transformer	Преобразование данных	Преобразование, репликация, перемещение, распределение, обновление, интегрирование данных

лей любой из перечисленных выше нотаций используются лишь программные средства этой фирмы, что обеспечивает сбалансированность всех проектных процедур и интеграцию знаний о будущей системе на всей технологической цепочке проектирования.

Метод и соответствующая технология исключают традиционное создание программного кода. Серверная часть и все приложения системы генерируются автоматически на основании ансамбля моделей и лишены ошибок. Изменения в проект вносятся не в коде, а в моделях.

Кроме того, в качестве дополнения к ансамблю моделей, отражающему

в большей части статические свойства гиперпространств РЦ и МИАС, в системном проектировании МИАС особое значение должно быть отведено имитационным моделям. Это позволит оптимизировать управление основными процессами РЦ, к которым относятся входной медицинский, биофизический, психофизиологический контроль, входное психофизиологическое освидетельствование, периодическое медицинское освидетельствование, досменное медицинское освидетельствование, текущий психофизиологический мониторинг и др. Такие модели могут быть созданы в системе Arena фирмы Rockwell Software Inc.

Минимальный набор отчетных документов, необходимых в процессе проектирования с применением предложенного метода, приведен в табл. 2.

Заключение

Предлагаемый метод на основе тщательного моделирования гиперпространства, репертуара и процедур системного проектирования, в сочетании с лучшими мировыми технологиями

Табл. 2. Отчеты по результатам системного моделирования МИАС.

Отчеты по функциональному моделированию	
Model Report	Информация о контексте модели
Diagram Report	Отчёты по конкретной диаграмме, списки объектов, работ, стрелок, хранилищ данных, внешних ссылок т.д.
Diagram Object Report	Полный отчёт по модели, типы связей, свойства определённые Заказчиком
Arrow Report	Словарь стрелок, информация о работе источнике, работе назначении, информация о слиянии и разветвлении стрелок
DataUsage Report	Отчёт о результатах связывания функциональной и информационной моделей
Model Consistency Report	Отчёт о синтаксических ошибках модели
Отчеты по информационному моделированию (логическому и физическому)	
«Picture» section Area/Entity/Table display	Отчёт для информационной логической модели
Main Subject Area/Physical with views	Отчёт для информационной физической модели и отчёт для информационной логической модели
Main Subject Area/Drawing Objects	Отчёт для информационной физической модели
«Picture» section Area/Attribute/Column display	Отчёт для информационной логической модели и отчёт для информационной физической модели
Протокол экспорта/импорта модели данных в функциональную модель	
Отчеты по объектному моделированию	
Файл экспорта/импорта функциональной модели в объектную модель	
Файл экспорта/импорта информационной логической модели и информационной физической модели в объектную модель	
Пакет диаграмм (Use Cases), диаграммы использования, диаграммы классов, временные диаграммы, диаграммы сценариев, диаграммы компонент, диаграммы развёртывания	
Листинги генерации исходного кода в виде текстовых файлов объектной модели и файлов исполнительного кода	
Стандартный отчёт синхронизации объектной модели, модель–код, код–модель	

проектирования и поддержки всех этапов жизненного цикла МИАС РЦ, должны обеспечить успешное выполнение проекта. Обученный персонал Заказчика по завершению разработки, благодаря достоинствам самой методологии, сумеет обеспечить сопровождение и развитие МИАС РЦ на долгие годы вперед в духе современных тенденций по управлению ИТ-услугами на предприятии и, тем самым, внести новый элемент корпоративной культуры в области информационных технологий при реализации международной программы SIP на Чернобыльской АЭС.

Литература

1. Барабаш В. И. Психологическая служба персонала в энергетике // Психол. журн., № 3. – 1992. – С. 175–183.
2. Еременко В. А., Андреев О. В., Штейнберг Н. А. Влияние человеческого фактора на безопасность в атомной энергетике // Безопасность труда в промышленности. – 1990, № 9. – С. 44–49.
3. Легасов В. А., Демин В. Р. Экономика безопасности ядерной энергетики. М.: Знание, 1984.
4. Данилов В. М. Принципы организации психофизиологического мониторинга состояния персонала объекта «Укрытие»: Сучасні інформаційні та енергозберігаючі технології життєзабезпечення людини. Збірник наукових праць, випуск №7. Київ, 2000. – С. 52–65.
5. Купный В. И. Международное сотрудничество — важнейший фактор решения проблем повышения текущей безопасности объекта «Укрытие», его стабилизации и преобразования в экологически безопасную систему. // Тез. конф. «1998: Міжнародне співробітництво — Чорнобиль», 13–16 жовт. 1998 р., Славутич. – С. 12.
6. Палмер С. Р., Фелсинг Д. М. Практическое руководство по функционально-ориентированной разработке ПО. Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 304 с.
7. Аврамчук Е. Ф., Вавилов А. А., Емельянов С. В., Калашников В. В., Немчинов Б. В., Ривес Н. Я., Фомин Б. Ф., Франк М., Явор А. Технология системного моделирования. – М.: Машиностроение, Берлин: Техник, 1988. – 520 с.
8. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб: ПИТЕР, 2001. – 384 с.
9. Буяльский В. М., Маслов В. П. Концепция разработки интегрированной автоматизированной системы управления объектом «Укрытие» / / Научно-техн. зб. «Проблеми Чорнобілля». – Вип. 12. – Чорнобиль: МНТЦ «Укриття» НАН України. – 2003. – С. 31–36.

10. Маклаков С. В. Создание информационных систем с AllFusion Modeling Suit. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. – 432 с.

Models and tools for designing of Medical Informational-Analytical System (MIAS) of Object Shelter Rehabilitation Center

V. M. Buyalsky, V. M. Danilov
Cherobyl NPP, Ukraine

Abstract

Efficient operation of complex automated diagnostic equipment of Object Shelter (SO) Rehabilitation Center requires establishment of Medical Informational-Analytical System (MIAS), which will allow (based on monitoring data processing) solution of issues related to informational support of professional personnel selection in view of OS work execution, control of personnel health, support of professional suitability, etc.

Up-to-date practical method of forming the ensemble of models for MIAS system designing is to be suggested. The method is based on the concept of high-level architectural design of automated (informational) systems. The ensemble of models is established on the basis of main set, which corresponds to procedure-oriented, object-oriented, and information-oriented methods of system designing. Each method supplements and supports the others; therefore the ensemble ensures the most complete representation of hyperspace, repertoire, and procedures of designing.

To create the model of any applied graphic notation, software of Computer Associates International Inc. company will be used, which ensures equation of all design procedures and integration of knowledge about future system all over the technological chain of designing.

Use of the method during development, support, and progress of OS Rehabilitation Center MIAS is assumed during international SIP program realization at Chernobyl NPP.

Key words: ensemble of models, method of MIAS designing.

Моделі і засоби системного проектування медичної інформаційно-аналітичної системи (МІАС) Реабілітаційного центру об'єкту «Укриття»

V. M. Буяльський, В. М. Данілов
ДСП «Чорнобильська АЕС», Славутич,
Україна

Резюме

Ефективна експлуатація комплексу автоматизованого діагностичного устаткування Реабілітаційного центру

об'єкту «Укриття» (ОУ) неможлива без створення Медичної інформаційно-аналітичної системи (МІАС). Обробка даних моніторингу дозволить вирішити задачі інформаційної підтримки професійного відбору персоналу для виконання робіт на ОУ, контролю стану його здоров'я, підтримки професійної придатності і ін.

Пропонується сучасний практичний метод формування ансамблю моделей для системного проектування МІАС. Метод заснований на концепції високорівневого архітектурного проектування автоматизованих (інформаційних) систем. Ансамбль моделей будується на основі базового набору, що представляє процедурно-орієнтовані, об'єктно-орієнтовані і інформаційно-орієнтовані методи проектування. Кожний з методів доповнює і підкріплює інші, внаслідок чого ансамбль якнайповніше представляє гіперпростір, репертуар і процедури проектування.

Для створення моделей будь-якої з графічних нотацій використовуються програмні засоби фірми Computer Associates International Inc., що забезпечує збалансованість всіх проектних процедур і інтеграцію знань про майбутню систему на всьому технологічному ланцюжку проектування.

Передбачається використання методу в розробці, супроводі і розвитку МІАС Реабілітаційного центру об'єкту ОУ при реалізації міжнародної програми SIP на Чорнобильській АЕС.

Ключові слова: ансамбль моделей, метод проектування МІАС.

Переписка

В. М. Буяльський
ГСП «Чернобыльская АЭС»
а/я 10, 11
Славутич, 07100
Киевская обл., Украина
e-mail: buyalsky@shelter.chnpp.gov.ua
тел. +380 (4479) 2-62-07
тел./факс +380 (4479) 2-56-86