

Ю.Е. КРЮК, канд. биол. наук, ОИЭЯИ-"Сосны", (г. Минск),
И.Е. КУНЕЦ, ГУО "Кадры индустрии", (г. Минск)

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ПЕРСОНАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Рассмотрена необходимость автоматизации проведения радиационного мониторинга. Определены требования к информационной системе радиационного мониторинга. С использованием объектно-ориентированного анализа проведено моделирование системы. Выполнена визуализация модели системы в нотациях UML. Ил.: 4. Библиогр.: 8 назв.

Ключевые слова: радиационный мониторинг, моделирование, информационная система, нотации.

Постановка проблемы и анализ литературы. Профессиональная деятельность человека в промышленности связана с опасностью радиационного воздействия. Непрерывный мониторинг за ситуацией облучения на промышленном предприятии является важнейшей задачей радиационной защиты и безопасности [1].

В научном плане мониторинг ситуации облучения – система регулярных длительных наблюдений в пространстве и времени, дающая информацию об облучении с целью оценки параметров, имеющих значения для сохранения жизни и здоровья человека в прошлом, настоящем и будущем [2].

Проведение незамедлительной и адекватной оценки эффективности защитных мероприятий – один из наиболее важных аспектов управления радиационной безопасностью на производстве. Принятие решений по организации защиты и оценка доз облучения работника представляют собой повторяющийся и динамический процесс, включающий пересмотр результатов по мере получения более полной и детальной информации. Анализ данных непрерывного мониторинга в этом случае является основой для принятия решений по организации радиационной защиты. Автоматизация процесса сбора и накопления информации, упростит процесс хранения и доступа, исключит возникновение ошибок при обработке данных, избавит от больших объемов бумажной документации и повысит эффективность принятия решений по обеспечению радиационной защиты и безопасности.

Одним из направлений автоматизации вспомогательного производственного процесса по организации защиты и безопасности работников на радиационно-опасных предприятиях является разработка информационных систем, позволяющих накапливать, обрабатывать и анализировать информацию о ситуации облучения персонала.

Рациональная разработка информационной системы предполагает предварительную аналитическую проработку.

На этапе изучения предметной области необходимо очертить круг задач, выполняемых разрабатываемой системой, затем, разработать модель системы, и определить способы реализации. Моделирование архитектуры разрабатываемой системы на начальных этапах проектирования приводит к снижению сложности процесса создания системы за счет полного и точного описания и всегда окупается впоследствии.

Любая информационная система – сложная система, представляющая собой совокупность различных компонент. Проблемам моделирования сложных информационных систем в процессе их разработки посвящены исследования авторов разных стран, в том числе таких известных как Г. Буч, М. Фаулер, У. Боггс, А.М. Вендров и др. В их работах процесс моделирования представлен как необходимая составляющая разработки сложной информационной системы, безусловно повышающая эффективность ее создания [3 – 6]. Однако в процессе исследования существующего опыта проектирования информационных систем в радиационной безопасности можно сделать вывод, что процесс моделирования не получил широкого распространения, несмотря на его очевидную перспективность [7].

Целью данной статьи является создание концептуальной модели информационной системы радиационного мониторинга персонала с использованием объектно-ориентированной технологии.

Организационная сущность задачи. Радиационный мониторинг работника предприятия, использующего источники ионизирующего излучения, состоит из совокупности индивидуального мониторинга и мониторинга рабочего места [3]. Индивидуальный мониторинг проводится с использованием измерений, осуществляемых индивидуальными приборами, которые носят работники, или измерений количеств радиоактивных веществ, находящихся у них в организме или на их теле. Мониторинг рабочего места представляет собой проведение измерений уровня дозы или радиоактивного загрязнения в конкретных условиях рабочего места. Процесс мониторинга обязательно должен сопровождаться ведением регистрационных записей [4]. Регистрация дозы и условий облучения, данных по использованному оборудованию и типу проводимых работ является важнейшей частью мониторинга и обеспечивает достижение общих целей радиационной защиты и безопасности человека. Регистрационные записи могут быть использованы в обосновании принятия решений, они должны показывать, в какой мере соблюдаются требования регулирующих органов, и способствовать их выполнению, давать возможность реконструкции результатов за любой прошедший промежуток времени. Сохраненные данные по одному типу мониторинга должны быть легко сопоставимы с другими записями. Поэтому они должны быть легко доступны и защищены от утраты. В случае индивидуального мониторинга персонала данные по каждому конкретному лицу следует свести воедино, обозначить место, цель, дату и ответственного за

регистрацию информации, делать записи четкими и понятными, полными и точными. При проведении мониторинга рабочего места следует вести регистрационные записи, документально фиксирующие обозначение и расположение контролируемых зон и зон наблюдения. Результаты должны включать данные обследований радиационной обстановки: дату, время, уровни излучения и использованные приборы. Применение базы данных для этих целей, хранящей помимо оценок доз, дополнительную информацию по типу и условиям облучения, также поддерживающую хранение информации по типу, маркировке, датам поверки и выдачи дозиметров обеспечат высокую степень истинности данных и, следовательно, качества проводимого мониторинга.

Таким образом, основными задачами, которые должна решать разрабатываемая система являются:

- накопление, хранение, обработка, отображение и передача данных о ситуации облучения и персональных данных каждого работника;
- обеспечение доступа к законодательной и нормативной информации по радиационной безопасности;
- подсчет оценки дозы облучения и связанного с полученной дозой индивидуального риска здоровью работника по заданным математическим моделям;
- сравнение полученных величин доз и рисков с установленными граничными уровнями для персонала;
- проведение анализа вариантов защиты для снижения доз и рисков с помощью оптимизационных моделей;
- рекомендации по вариантам защиты, отвечающим требованиям принципа оптимизации радиационной защиты.

В качестве основной задачи, также требующей реализации, – необходимо, чтобы справочная нормативная информация для проведения оценок доз, рисков и оптимизации поступала по запросу пользователя или системы из специального хранилища.

Моделирование системы. Моделирование, как целенаправленное представление анализируемого реального или гипотетического процесса, служит двум целям [5].

Во-первых, это сохранение знаний о структуре, законах функционирования и управления системой в формальном виде (структурное моделирование).

Во-вторых, наполнение модели реальными данными и проведение компьютерной симуляции (имитации реального поведения объекта за отрезок времени) позволяет получить фактографическую основу для принятия решений.

Наиболее актуальной технологией построения сложных моделей сегодня является объектно-ориентированная технология, в основе которой лежит объектный подход, обеспечивающий снижение трудоемкости процесса

разработки и вероятности возникновения ошибок. В этом случае процесс моделирования информационной системы предполагает возможность визуализации и документирования этапов разработки системы в нотациях унифицированного языка моделирования UML [6, 7]. В синтаксисе UML все представления о модели сложной системы фиксируются в виде специальных графических конструкций – диаграмм: диаграммы вариантов использования, диаграммы классов, диаграммы поведения (диаграммы состояния, диаграммы деятельности), диаграммы взаимодействия (диаграммы последовательности, диаграммы кооперации), диаграммы реализации (диаграммы компонентов).

На рынке программных средств моделирования, поддерживающих объектно-ориентированный подход в моделировании сложных систем и визуализирующих сам процесс, особое место занимает семейство CASE-средств проектирования и программирования Rational Rose фирмы Rational Software Corp [8]. Именно этот программный продукт позволит реализовать проект модели – основы разработки информационной системы радиационного мониторинга персонала.

Визуальное моделирование в UML можно представить, как некоторый процесс поуровневого спуска от наиболее общей и абстрактной концептуальной модели исходной системы к логической, а затем к физической модели соответствующей программной системы.

Для отображения функционирования проектируемой системы и ее взаимодействия с внешним миром пользователя используется исходное концептуальное представление, т.е. диаграмма вариантов использования (рис. 1).

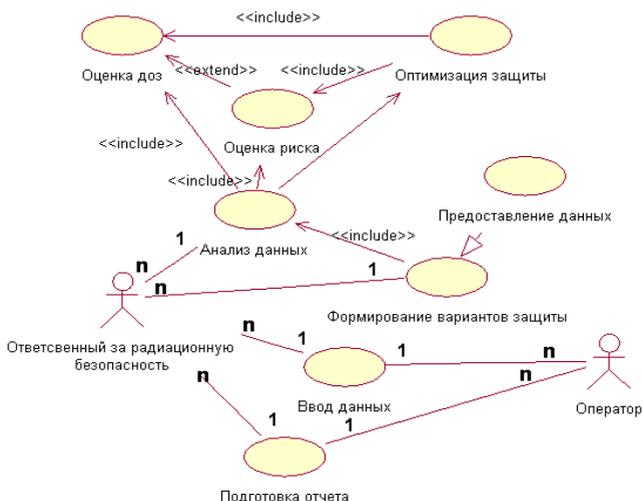


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования системы

Прецеденты, представленные на диаграмме вариантов использования, полностью соответствуют реализации стоящих перед разрабатываемой информационной системой задач.

В качестве объектов в процессе моделирования системы радиационного мониторинга персонала можно определить следующие общие сущности: радионуклиды, тип облучения, вид мониторинга, оборудование, вид пробы, работник, должность, статус, организация. Их свойства и отношения определяют концептуальную модель данных, обеспечивающих работу информационной системы. Модель представлена на диаграмме "сущность-связь" (рис. 2).

Концептуальная модель данных служит основанием для выбора реляционной базы данных, которая обеспечит эффективную работу информационной системы радиационного мониторинга персонала.

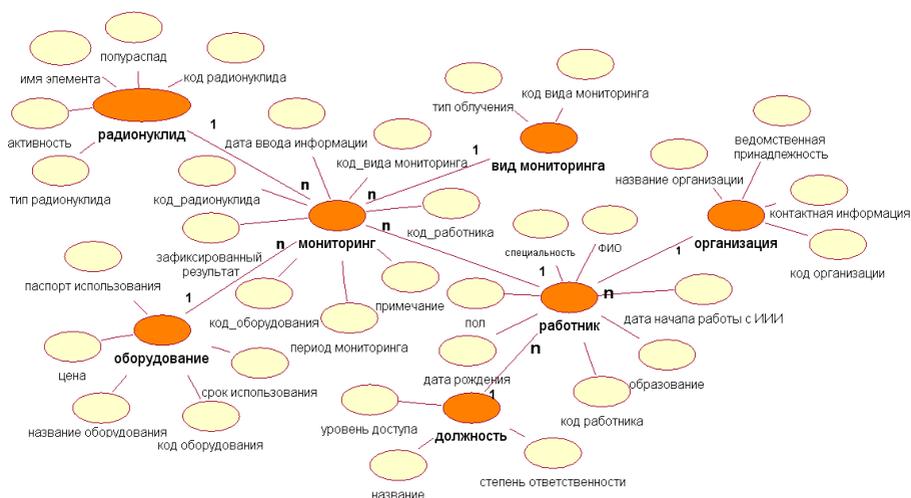


Рис. 2. Диаграмма "сущность-связь" системы

Для дальнейшего развития концептуальной модели проектируемой системы необходимо определить статическую модель, которая реализуется путем создания диаграммы классов.

Диаграмма классов состоит из множества элементов, которые в совокупности отражают декларативные знания о предметной области.

Работа пользователя с системой предполагает наличие интерфейса и реализацию запросов к базе данных. Определим основные классы, обеспечивающие функциональные возможности системы по обеспечению интерфейса с пользователями системы. В качестве основного класса используем базовый класс Form, представляющий собой экранную форму и

предоставляющий возможность использования стандартных элементов управления среды программирования для взаимодействия с данными базы данных (рис. 3).

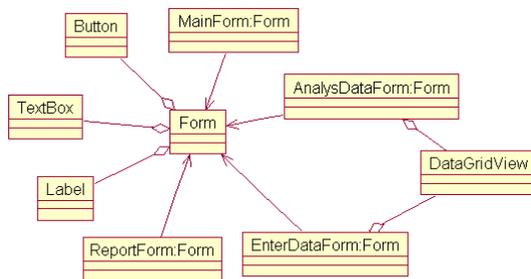


Рис. 3. Диаграмма классов системы

Функциональные возможности системы по подсчету оценки дозы облучения и связанного с полученной дозой индивидуального риска здоровью работника, по сравнению полученных величин доз и рисков с установленными граничными уровнями для персонала, по проведению анализа вариантов защиты для снижения доз и рисков с помощью оптимизационных моделей будут реализованы в программных модулях Dose, Risk, Optimization, Report. Каждый из разрабатываемых классов обладает собственным набором входных и выходных параметров.

Построенные диаграммы отражают концептуальные аспекты модели системы и относятся к логическому уровню представления, особенность которого заключается в том, что оно оперирует понятиями, которые не имеют самостоятельного материального воплощения. Для создания конкретной физической системы необходимо реализовать все элементы логического представления в конкретные материальные сущности. В языке унифицированного моделирования UML для физического представления моделей систем используются диаграммы реализации, которые включают в себя две отдельные канонические диаграммы: диаграмму компонентов и диаграмму развертывания. В нашем случае, диаграммой, необходимой и достаточной для визуализации физического представления модели системы, является диаграмма компонентов.

Диаграмма компонентов описывает особенности физического представления системы и позволяет определить архитектуру разрабатываемой системы, установив зависимости между программными компонентами, в роли которых может выступать исходный, бинарный и исполняемый код. Одной из необходимых компонент модели системы в диаграмме указана база данных, обеспечивающая возможность сбора, хранения, просмотра и передачи данных (рис. 4).

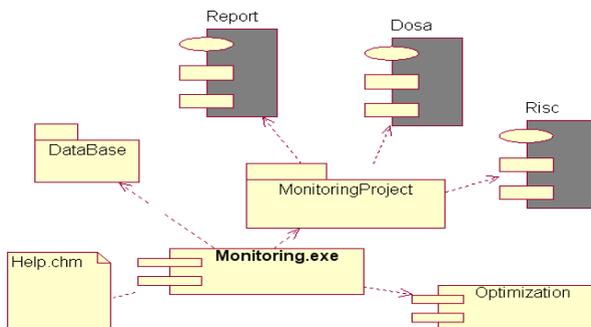


Рис. 4. Диаграмма компонентов системы

Задача оценки дозы облучения и связанного с дозой индивидуального риска здоровью работника по заданным математическим моделям и сравнение полученных результатов с граничными значениями требует наличия исполняемого модуля, обеспечивающего выполнение расчетов. Проведение анализа вариантов защиты для снижения доз и рисков с помощью оптимизационных моделей также требует создания исполняемого модуля, реализующего процесс оптимизации.

Выводы. Результатом проделанной работы является концептуальная модель системы радиационного мониторинга для персонала, выполненная в CASE-среде Rational Rose с использованием нотаций унифицированного языка моделирования. Проект модели, представляющий совокупность UML диаграмм и документирующий процесс моделирования, будет служить основой для создания базы данных и программного кода информационной системы мониторинга.

Достоинствами проекта модели, выполненного в рамках объектно-ориентированной технологии, являются: декомпозиция сложной системы, что упрощает реализацию системы мониторинга, включая этапы корректировки и редактирования как архитектуры самой системы, так и программного кода; визуализация процесса моделирования, что делает возможным анализ и обсуждение промежуточных результатов разработки; документирование проекта модели в виде совокупности графических примитивов, соответствующих реально существующим объектам, что делает систему более доступной анализу и корректировке.

Список литературы: 1. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection / Annals of the ICRP Publication; ed. J. Valentin. – Oxford: Elsevier, 2007. – № 103. – P. 332. 2. Глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности / МАГАТЭ. – Вена: Изд. МАГАТЭ, 2007 – 303 с. 3. Радиационная защита при профессиональном облучении / Руководство по безопасности МАГАТЭ. – Вена: Изд. МАГАТЭ, 1999. – № RS-G-1.1. – 77 с. 4. Оптимизация радиационной защиты при контроле облучения персонала / Серия докладов по безопасности МАГАТЭ. – Вена: МАГАТЭ, 2003. – № 21. – P. 81. 5. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с

примерами приложений / Г. Буч. – М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2008. – 720 с. **6.** Фаулер М. UML. Основы. Краткое руководство по унифицированному языку моделирования / М. Фаулер, К. Скотт. – М.: Изд. "Символ-Плюс", 2002. – 192 с. **7.** Боггс У. UML и Rational Rose® 2002 / У. Боггс, М. Боггс. – М.: Изд. "ЛЮРИ", 2004. – 509 с. **8.** Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем / А.М. Вендров. – М.: "Финансы и статистика", 1998. – 176 с.

Статья представлена д.т.н. доц. ОИЭЯИ-"Сосны" НАН Беларуси Трифоновым А.Г.

Моделювання системи радіаційного моніторингу для персоналу промислових об'єктів / Ю.Є. Крюк, І.Є. Кунець // Вісник НТУ "ХПІ". Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2010. – № 31. – С. 119 – 126.

Розглянута необхідність автоматизації проведення радіаційного моніторингу. Визначені вимоги до інформаційної системи радіаційного моніторингу. З використанням об'єктно-орієнтованого аналізу проведено моделювання системи. Виконана візуалізація моделі системи в нотаціях UML. Лл.: 4. Бібліогр.: 8 назв.

Ключові слова: радіаційний моніторинг, моделювання, інформаційна система, нотації.

System simulation for radiation monitoring of industrial plants personnel / Kruk Y.E., Kunec I.E // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2010. – №. 31. – P. 119 – 126.

The need of the radiation monitoring process automatization is considered. The requirements for the information system of radiation monitoring are defined. The modeling of information system with the using of object-oriented analysis system is provided. Visualization of the system model is performed with UML notation. Figs.: 4. Refs.: 8 titles.

Keywords: radiation monitoring, information system, modeling, notation.

Поступила в редакцію 10.05.2010