

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

В.В. Ключ, кандидат педагогических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

А.Ю. Янченко, кандидат экономических наук, доцент.

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

Рассмотрена сущность проблемы построения модели, которая описывает формально и/или алгоритмически поведение элементов системы в процессе ее функционирования, в их взаимодействии друг с другом и с внешней средой.

Ключевые слова: концептуальная модель системы информационного обеспечения

DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL FACILITIES SYSTEMS OF SECURITY INFORMATION PROVIDING MODELS

V.V. Klyuy. Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

A.Yu. Yanchenko. Saint-Petersburg state marine technical university

The essence of the problem is to construct a model that describes the formal and/or algorithmic behavior of the elements of the system during its operation, in their interaction to each other and with the environment.

Keywords: conceptual model of an information management system

Основные требования, предъявляемые к модели функционирования системы информационного обеспечения безопасности промышленных объектов, следующие:

- полнота модели – возможность получения необходимого набора оценок и характеристик системы с требуемой точностью и достоверностью;
- гибкость модели – возможность воспроизведения различных ситуаций при варьировании структуры, алгоритмов и параметров системы;
- длительность разработки и реализации модели процессов обеспечения безопасности промышленных объектов должна быть по возможности минимальной при учете ограничений на имеющиеся ресурсы;
- структура модели должна быть блочной, то есть допускать возможность замены, добавления и исключения некоторых частей без переделки всей модели;
- информационное обеспечение должно предоставлять возможность эффективной работы модели с базой данных системы;
- программные и технические средства должны обеспечивать эффективное и удобное общение пользователя с системой.

При разработке функциональной модели системы S – информационного обеспечения безопасности промышленных объектов, её характеристики определяются на основе модели M , построенной исходя из имеющейся информации об объекте моделирования – бизнес-процессах, сопровождающих этапы информационного обеспечения безопасности промышленных объектов. При получении и уточнении информации об объекте, функциональная модель пересматривается и уточняется с учетом новой информации, то есть процесс моделирования является итерационным. Этот итерационный процесс продолжается до тех пор, пока не будет получена модель M , которую можно считать адекватной в рамках решения поставленной задачи разработки и исследования системы S .

Разработанную функциональную модель можно использовать в следующих случаях:

- для исследования бизнес-процессов системы S до того, как будет произведен реинжиниринг бизнес-процессов, с целью определения чувствительности характеристик к изменениям структуры, алгоритмов и параметров объекта моделирования и внешней среды;

- на этапе реинжиниринга бизнес-процессов системы S для анализа и синтеза различных вариантов и выбора среди конкурирующих такого варианта, который удовлетворял бы заданному критерию оценки эффективности системы при принятых ограничениях;

- после завершения процессов, связанных с реинжинирингом и внедрения системы, то есть при ее эксплуатации, для получения информации, дополняющей результаты натурных испытаний (эксплуатации) реальной системы, и для получения прогнозов эволюции (развития) системы во времени.

Основные этапы разработки модели системы информационного обеспечения безопасности промышленных объектов:

- построение концептуальной модели системы и ее формализация;
- алгоритмизация модели системы и ее машинная реализация;
- получение и интерпретация результатов моделирования системы.

Взаимосвязь этапов разработки модели системы информационного обеспечения безопасности промышленных объектов и их составляющих (подэтапов) представлена на рис. 1 [1].

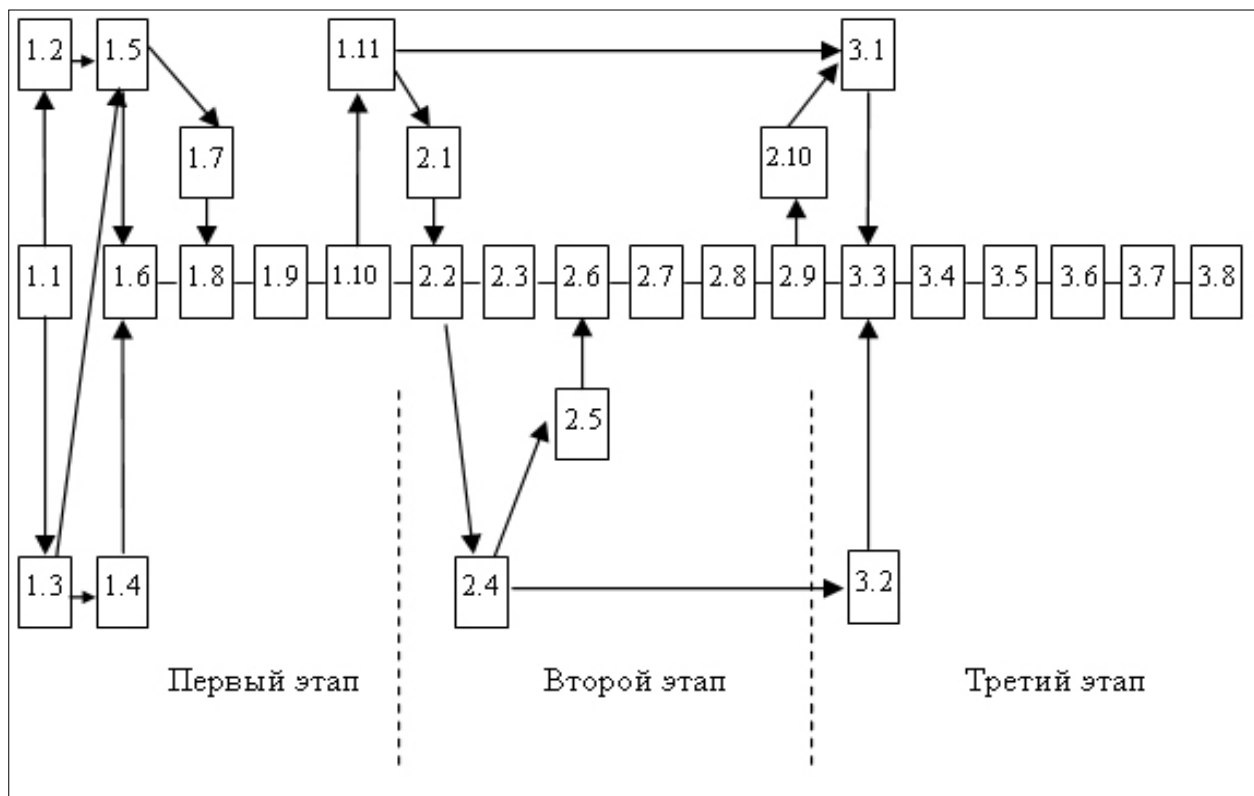


Рис. 1. Взаимосвязь этапов моделирования системы информационного обеспечения безопасности промышленных объектов

К основным подэтапам разрабатываемой модели можно отнести:

- 1.1 Формулировку цели и постановку задачи разработки модели системы информационного обеспечения (ИО) безопасности промышленных объектов (БПО);
- 1.2 Анализ задачи разработки модели системы ИО БПО;
- 1.3 Определение требований к исходной информации об объекте моделирования и организация ее сбора;
- 1.4 Выдвижение и принятие предположений о прототипах системы;
- 1.5 Определение основных параметров модели системы ИО БПО;
- 1.6 Установление основного содержания модели системы ИО БПО;
- 1.7 Обоснование критериев оценки эффективности системы;
- 1.8 Определение необходимых процедур для аппроксимации модели системы ИО БПО;
- 1.9 Описание концептуальной модели системы ИО БПО;
- 1.10 Проверку достоверности концептуальной модели системы ИО БПО;
- 1.11 Составление технической документации по первому этапу;
- 2.1 Построение логической схемы модели системы ИО БПО;
- 2.2 Получение математических соотношений;
- 2.3 Проверку достоверности модели системы ИО БПО;
- 2.4 Выбор инструментальных средств для моделирования;
- 2.5 Составление плана выполнения работ по разработке модели;
- 2.6 Верификацию и проверку достоверности разработанной модели;
- 2.7 Проведение программирования модели;
- 2.8 Проверку достоверности программы;
- 2.9 Составление технической документации по второму этапу;
- 3.1 Планирование машинного эксперимента с моделью системы;
- 3.2 Определение требований к вычислительным средствам;
- 3.3 Проведение рабочих расчетов;
- 3.4 Анализ результатов моделирования системы ИО БПО;
- 3.5 Наглядное представление результатов моделирования;
- 3.6 Интерпретацию результатов моделирования;
- 3.7 Подведение итогов моделирования и выдачу рекомендаций;
- 3.8 Составление технической документации по третьему этапу.

Таким образом, на этапе построения концептуальной модели M_K и ее формализации проводится исследование моделируемого объекта с точки зрения выделения основных составляющих процесса его функционирования, определяются необходимые аппроксимации и получается обобщенная схема модели системы S , которая преобразуется в машинную модель M_M на втором этапе моделирования путем последовательной алгоритмизации и программирования модели. Последний, третий этап моделирования системы ИО БПО сводится к проведению, согласно полученному плану рабочих расчетов на ЭВМ, с использованием выбранных программно-технических средств, получению и интерпретации результатов моделирования системы S с учетом воздействия внешней среды E .

На первом этапе моделирования – построение концептуальной модели M системы S и ее формализация – формулируется модель, и строится ее формальная схема, то есть основным назначением этого этапа является переход от содержательного описания объекта к его математической модели.

Необходимо, во-первых, провести границы между системой S и внешней средой E , далее упростить описание системы ИО БПО, и построить сначала концептуальную, а затем формальную модели системы. Модель должна быть адекватной, то есть с определенной степенью приближения на уровне понимания моделируемой системы S разработчиком, отражать ее основные свойства. Модель должна отражать процесс ее функционирования во внешней среде E .

Наиболее рационально строить модель функционирования системы ИО БПО по блочному принципу. При этом могут быть выделены три автономные группы блоков

такой модели. Блоки первой группы представляют собой имитатор воздействий внешней среды E на систему S ; блоки второй группы являются собственно моделью процесса функционирования исследуемой системы S ; блоки третьей группы являются вспомогательными и служат для реализации на ЭВМ блоков двух первых групп, а также для фиксации и обработки результатов моделирования.

Рассмотрим механизм перехода от описания процесса функционирования некоторой гипотетической системы информационного обеспечения безопасности промышленных объектов к модели этого процесса. Описание свойств процесса функционирования системы S представим в виде концептуальной модели M_K как совокупности некоторых элементов, условно изображенных квадратами на рис. 2а, и некоторой целевой функции.

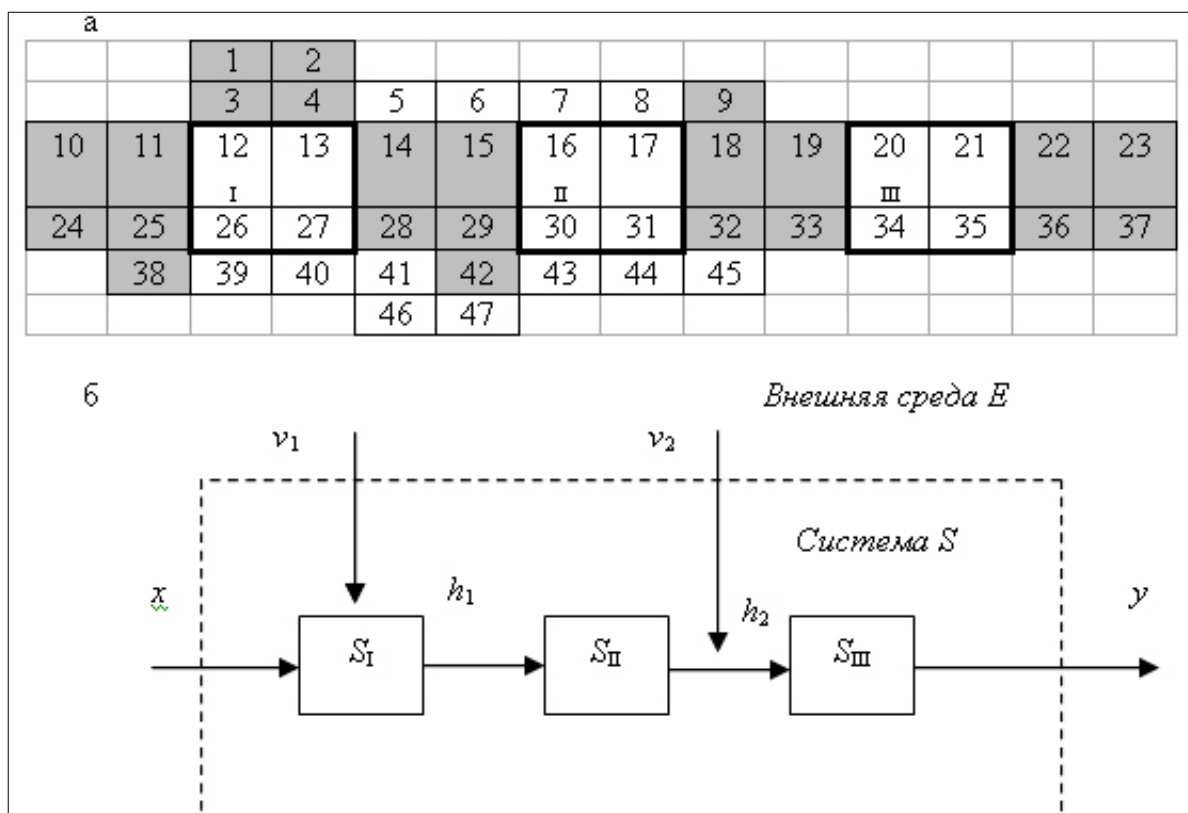


Рис. 2. Концептуальная модель системы информационного обеспечения безопасности промышленных объектов: а) описательная; б) блочная

Квадраты представляют собой описание некоторых подпроцессов исследуемых процессов функционирования системы S , воздействия внешней среды E и т.д. Переход от описания системы информационного обеспечения безопасности промышленных объектов к ее модели, согласно целевой функции, сводится к исключению из рассмотрения некоторых второстепенных элементов описания (элементы 5–8, 39–41, 43–47). Предполагается, что они не оказывают существенного влияния на ход процессов, исследуемых с помощью модели. Часть элементов (14, 15, 28, 29, 42) заменяется пассивными связями h_1 , отражающими внутренние свойства системы (рис. 2б). Некоторая часть элементов (1–4, 10, 11, 24, 25) заменяется входными факторами x и воздействиями внешней среды v_1 . Возможны и комбинированные замены: элементы 9, 18, 19, 32, 33 заменены пассивной связью h_2 и воздействием внешней среды E v_2 . Элементы 22, 23, 36, 37 отражают воздействие системы на внешнюю среду y .

Оставшиеся элементы системы S группируются в блоки S_I , S_{II} , S_{III} , отражающие процесс функционирования исследуемой системы информационного обеспечения безопасности промышленного объекта. Поведение этих блоков должно быть изучено и для каждого из них построена математическая модель, которая, в свою очередь, может содержать

Анализ задачи моделирования системы информационного обеспечения безопасности промышленного объекта

Анализ включает следующие вопросы:

- выбор критериев оценки эффективности процесса функционирования системы S ;
- определение эндогенных и экзогенных переменных модели M ;
- выбор возможных методов идентификации;
- выполнение предварительного анализа содержания второго этапа алгоритмизации модели системы информационного обеспечения безопасности промышленного объекта;
- выполнение предварительного анализа содержания третьего этапа получения и интерпретации результатов моделирования системы.

Определение требований к исходной информации об объекте моделирования и организация ее сбора

После постановки задачи моделирования системы S определяются требования к информации, из которой получают качественные и количественные исходные данные, необходимые для решения этой задачи. На этом подэтапе проводится:

- выбор необходимой информации о системе S и внешней среде E ;
- подготовка априорных данных;
- анализ имеющихся экспериментальных данных;
- выбор методов и средств предварительной обработки информации о системе.

Выдвижение гипотез и принятие предположений об особенностях построения модели системы S

Гипотезы при построении модели системы S служат для заполнения «пробелов» в понимании задачи исследователем. Выдвигаются также гипотезы относительно возможных результатов моделирования системы S , справедливость которых проверяется при проведении машинного эксперимента [2].

Предположения предусматривают, что некоторые данные неизвестны или их нельзя получить. Предположения могут выдвигаться относительно известных данных, которые не отвечают требованиям решения поставленной задачи. Предположения дают возможность провести упрощения модели в соответствии с выбранным уровнем моделирования. При выдвижении гипотез и принятии предположений учитываются следующие факторы:

- объем имеющейся информации для решения задач;
- подзадачи, для которых информация недостаточна;
- ограничения на ресурсы времени для решения задач;
- ожидаемые результаты моделирования.

Определение параметров и переменных модели системы S – информационного обеспечения безопасности промышленных объектов

Прежде чем перейти к описанию математической модели, необходимо определить параметры системы, входные и выходные переменные, воздействия внешней среды, и оценить степени их влияния на процесс функционирования системы в целом. Описание каждого параметра и переменной должно даваться в следующей форме:

- определение и краткая характеристика;
- символ обозначения и единица измерения;
- диапазон изменений;
- место применения в модели.

Установление основного содержания модели

На этом подэтапе определяется основное содержание модели, и выбирается метод построения модели системы информационного обеспечения безопасности промышленных объектов, которые разрабатываются на основе принятых гипотез и предположений. При этом учитываются следующие особенности:

- формулировка цели и постановка задачи моделирования системы информационного обеспечения безопасности промышленного объекта;
- структура системы S и алгоритмы ее поведения, воздействия внешней среды E ;
- возможные методы и средства решения задачи моделирования.

Обоснование критериев оценки эффективности системы информационного обеспечения безопасности промышленных объектов

Для оценки качества процесса функционирования моделируемой системы необходимо определить совокупность критериев оценки эффективности как функцию параметров и переменных системы. Эта функция представляет собой поверхность отклика в исследуемой области изменения параметров и переменных и позволяет определить реакцию системы на эти изменения.

Определение процедур аппроксимации

Для аппроксимации реальных процессов, протекающих в системе S , обычно используются три вида процедур:

- детерминированная процедура;
- вероятностная процедура;
- процедура определения средних значений.

При детерминированной процедуре результаты моделирования однозначно определяются по данной совокупности входных воздействий, параметров и переменных системы S . В этом случае отсутствуют случайные элементы, влияющие на результаты моделирования.

Вероятностная (рандомизированная) процедура применяется в том случае, когда случайные элементы, включая воздействия внешней среды E , влияют на характеристики процесса функционирования системы S , и когда необходимо получить информацию о законах распределения выходных переменных.

Процедура определения средних значений используется тогда, когда при моделировании системы информационного обеспечения безопасности промышленных объектов интерес представляют средние значения выходных переменных при наличии случайных элементов [3].

Описание концептуальной модели системы информационного обеспечения безопасности промышленных объектов

На этом подэтапе построения модели системы:

- описывается концептуальная модель M_K в абстрактных терминах и понятиях;
- задается целевая функция;
- дается описание модели с использованием типовых математических схем;
- принимаются окончательно гипотезы и предположения;
- обосновывается выбор процедуры аппроксимации реальных процессов при построении модели.

Проверка достоверности концептуальной модели

После того как концептуальная модель M_K описана, необходимо проверить достоверность некоторых концепций модели, перед тем, как перейти к следующему этапу моделирования системы S . Один из методов проверки модели M_K – применение операций обратного перехода, позволяющих проанализировать модель, вернуться к принятым аппроксимациям и, наконец, рассмотреть снова реальные процессы, протекающие в моделируемой системе. Проверка достоверности концептуальной модели M_K должна включать:

- проверку замысла модели;
- оценку достоверности исходной информации;
- рассмотрение постановки задачи моделирования;
- анализ принятых аппроксимаций;
- исследование гипотез и предположений.

Составление технической документации по первому этапу

В конце этапа построения концептуальной модели M_K и ее формализации составляется технический отчет по этапу, который включает в себя:

- подробную постановку задачи моделирования системы S ;
- анализ задачи моделирования системы информационного обеспечения безопасности промышленного объекта;
- критерии оценки эффективности системы ИО БПО;
- параметры и переменные модели системы ИО БПО;
- гипотезы и предположения, принятые при построении модели;
- описание модели в абстрактных терминах и понятиях;
- описание ожидаемых результатов моделирования системы S .

Литература

1. Клюй В.В., Жуков Ю.И., Янченко А.Ю. Функциональное моделирование процесса подготовки проведения аварийно-спасательных работ с использованием судна в условиях Арктики // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы: материалы IV Междунар. науч.-прак. конф. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2011.
2. Концепция комплексного моделирования процессов подготовки и проведения аварийно-спасательных работ / В.В. Клюй [и др.] // Проблемы упр. рисками в техносфере. 2012. № 1 (21). С. 41–51.
3. Клюй В.В., Жуков Ю.И. Профессиональная подготовка специалистов в области организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ на основе моделирования // Проблемы упр. рисками в техносфере. 2013. № 1 (25). С. 58–65.