

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА

М. С. Фролова, Т. А. Фролова, И. А. Толстухин

ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Рецензент д-р техн. наук, профессор В. А. Немтинов

Ключевые слова: информационная модель; метод объектно-ориентированной декомпозиции.

Аннотация: Для создания системы поддержки принятия решений (СППР) выбора оптимальной модели изделия медицинской техники (ИМТ) разработана информационная модель ИМТ на основе метода объектно-ориентированной декомпозиции, которая представляется в виде диаграммы классов на языке UML. Показаны основные группы параметров ИМТ, которые объединены в классы и являются общими для всех видов. Выявлены наиболее значимые виды ИМТ, ошибки при выборе которых могут привести к значительным финансовым потерям. Для данных видов ИМТ составлены информационные модели, являющиеся базовыми для разработки СППР выбора оптимальной модели ИМТ.

В понятие «моделирование» современная наука вкладывает гораздо более широкое и глубокое содержание, чем то, которое вкладывалось в данное понятие ранее [1]. Если при моделировании используется известная информация об объекте, то речь идет об информационном моделировании. Согласно [2], «информационная модель (information model) – формальная модель ограниченного набора фактов, понятий или инструкций, предназначенная для удовлетворения конкретному требованию». Информационная модель изделия (product information model) содержит абстрактное описание фактов понятий и инструкций об изделии. Согласно [3], «информационная модель (изделия) – совокупность данных и отношений между ними, описывающая различные свойства реального изделия, инте-

Фролова Мария Сергеевна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник Управления фундаментальных и прикладных исследований; Фролова Татьяна Анатольевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении», e-mail: frolova@mail.gaps.tstu.ru; Толстухин Иван Александрович – магистрант, ТамбГТУ, г. Тамбов.

ресующие разработчика модели и потенциального или реального пользователя».

Информационная модель объекта представлена в виде информации, которая описывает параметры объекта, связи между ними, интересующие разработчика и пользователя в связи с конкретной рассматриваемой задачей. Средством фиксации информации любой конкретной информационной модели являются языки, в большей степени искусственные, строящиеся в процессе накопления и передачи знаний (например, символический язык алгебры или язык чертежей). Информационная модель, представленная на каком угодно языке (естественном или искусственном), может быть закодирована в любом другом языке, записана в виде последовательности чисел и введена в память компьютера [1]. Информация, представленная в информационной модели, должна быть преобразована в соответствии с конкретными правилами.

В настоящее время используются различные подходы и языки информационного моделирования, например, модель «сущность – связь» (ER-модель), (entity-relationship model, ERM), предложенная в 1976 году П. Ченом, которая применяется для концептуального проектирования баз данных. Для ее визуализации разработана графическая нотация – ER-диаграмма.

Язык UML (Unified Modeling Language), также созданный для информационного моделирования, является унифицированным графическим языком моделирования для описания, визуализации, проектирования и документирования объектно-ориентированных систем и призван поддерживать процесс моделирования на основе объектно-ориентированного подхода, организовывать взаимосвязь концептуальных и программных понятий, отражать проблемы масштабирования сложных систем.

В настоящее время актуальной задачей является выбор оптимальной модели изделия медицинской техники (ИМТ) для лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ). Основой построения системы поддержки принятия решений (СППР) выбора оптимальной модели ИМТ для ЛПУ [4] является разработка информационной модели ИМТ.

В настоящее время известны информационные модели ИМТ, которые используются актуально для создания систем надежного взаимодействия между ИМТ [5]. Задача улучшения связи между ИМТ и электронной картой пациента исследуется в Национальном институте стандартов и технологии в США (The National Institute of Standards and Technology (NIST)). Основная цель проекта – создать взаимодействие между ИМТ, которое осуществляет принцип «включай и работай» [6]. Данный принцип подразумевает автоматическое распознавание и конфигурирование подключенных устройств, реализуемый в компьютерах и отдельных их компонентах. Необходимой составляющей работы описываемой системы является информационная модель, которая написана при помощи языка XML и основана на стандарте ISO/IEEE 11073 Domain Information Model (DIM) (стандарте X73). Используется и абстрактное представление ИМТ, необходимое для его описания и уточнения, какие его свойства реализованы в конкретный момент [6].

Однако пока отсутствуют информационные модели ИМТ, которые предназначены для решения задач выбора оптимальной модели ИМТ для ЛПУ.

На основе проведенного технико-экономического анализа выявлены группы ИМТ (таблица), где ошибки при выборе ИМТ могут привести к значительным финансовым потерям ЛПУ и региона в целом. Представленные ИМТ являются сложными и дорогостоящими приборами, аппара-

Значимые виды изделий медицинской техники

Функциональное назначение	Изделия медицинской техники
Функциональная диагностика	Системы суточного мониторинга (холтеры) Суточные мониторы артериального давления Стресс-системы Полисомнографы Электроэнцефалографы Электромиографы Спироанализаторы Фетальные мониторы Электрокардиографы
Медицинская визуализация	Ультразвуковые сканеры Компьютерные томографы Магнитно-резонансные томографы Ангиографы Маммографы С-дуги (мобильные хирургические рентгеновские системы) Флюороскопы Рентгенографические системы Комбинированные системы позитронно-эмиссионной томографии Комбинированные системы однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ/КТ) Системы однофотонной эмиссионной компьютерной томографии Эндоскопы
Терапия и реанимация	Аппараты для искусственной вентиляции легких Наркозные аппараты Наркозно-дыхательные аппараты Инкубаторы Системы экстракорпоральной очистки крови Системы лучевой терапии Системы вспомогательного и заместительного кровообращения Дефибрилляторы Литотрипторы
Хирургия	Лазерные системы Лапароскопические системы Коагуляторы
Лабораторная диагностика	Биохимические анализаторы Иммунохимические анализаторы Гематологические анализаторы

тами или комплексами, обладают множеством опций и функций, поэтому требуется решать задачу выбора оптимальной модели ИМТ [7].

Для решения задачи выбора оптимальной модели ИМТ для ЛПУ [7] необходимо разработать обобщенную информационную модель ИМТ. Информационное моделирование должно быть применено, когда необходимо провести анализ сложного процесса. Как показано выше, при выборе многофункциональных ИМТ для ЛПУ основополагающую роль играет разработка технического задания на ИМТ, так как в этот момент определяются основные характеристики закупаемого изделия. Для решения задачи выбора оптимального ИМТ для ЛПУ целесообразно создать информационные модели ИМТ и технического задания на ИМТ.

Для разработки информационной модели ИМТ применяется метод объектно-ориентированной декомпозиции (object-oriented decomposition) – «процесс разбиения системы на части, каждая из которых представляет собой некоторый класс или объект из предметной области» [8].

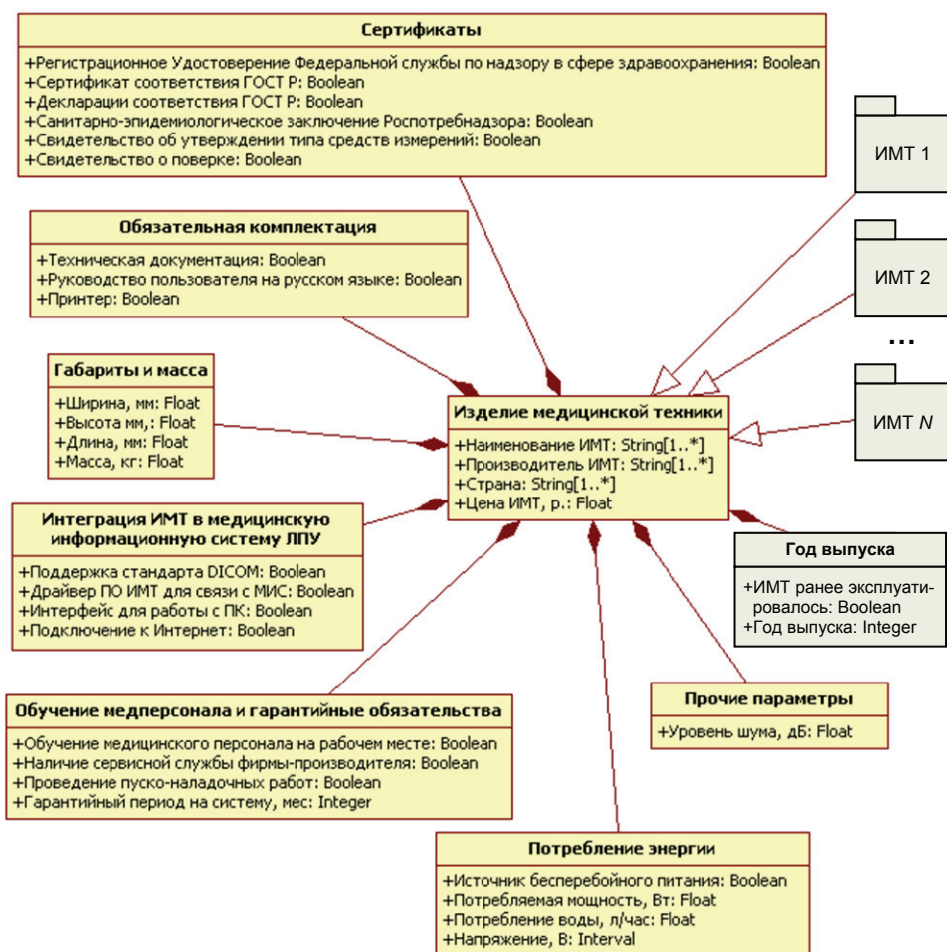
В общем случае ИМТ является системой, которая представляет собой совокупность объектов, компонентов или элементов, образующих целостность. Эффективным методом объектно-ориентированной декомпозиции информационной модели ИМТ является использование языка информационного моделирования UML. Предлагается информационную модель ИМТ представить в виде диаграммы классов на языке UML.

При помощи интернет-сайта [9] проведен анализ технических заданий ИМТ, представленных в таблице. Несмотря на то что технические задания различны, и каждый врач предъявляет свои требования к ИМТ, выявлено, что существуют основные группы параметров, которые являются общими для представленных в таблице ИМТ. Эти группы параметров предлагается сгруппировать в классы.

На рисунке на языке UML построена информационная модель ИМТ в виде диаграммы классов. На верхнем уровне иерархии информационной модели ИМТ находится класс «Изделие медицинской техники».

В отношении композиции с классом «Изделие медицинской техники» состоят классы «Сертификаты», «Обязательная комплектация», «Обучение медперсонала и гарантийные обязательства», «Габариты и масса», «Интеграция ИМТ в медицинскую информационную систему ЛПУ», «Потребление энергии», «Год выпуска», «Прочие параметры». Отношение композиции является одним из типов ассоциации, которая устанавливает связь между классами. В композиции классы выступают в форме «часть – целое», при которой составляющие части – классы – находятся внутри целого.

Свойства вышеперечисленных классов присущи всем ИМТ. Наследуют эти свойства пакеты классов, соответствующие конкретным видам медицинской техники и представляющие собой совокупность взаимосвязанных классов. На диаграмме ИМТ показаны как пакеты классов ИМТ 1, ИМТ 2, ..., ИМТ N , которые состоят с классом «Изделие медицинской техники» в отношении обобщения, наследуют свойства класса «Изделие медицинской техники».



Информационная модель ИМТ

Рассмотрены информационные модели в виде диаграмм классов видов ИМТ, входящие в информационную модель ИМТ в виде пакетов: информационные модели медицинского прибора (in vitro) – биохимического анализатора, медицинского прибора (in vivo) – ультразвукового диагностического аппарата, медицинского оборудования – медицинского стола.

Выявлены наиболее значимые виды ИМТ, ошибки при выборе которых могут привести к значительным финансовым потерям. Для этих видов ИМТ должны быть составлены информационные модели, которые будут являться базовыми для разработки СППР выбора оптимальной модели ИМТ.

Список литературы

1. Глушков, В. М. Гносеологическая природа информационного моделирования / В. М. Глушков // *Вопр. философии* – 1963. – № 10. – С. 12 – 18.
2. ГОСТ Р ИСО 10303-1-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 1. Общие представления и основополагающие принципы. – Введ. 2000-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 16 с.

3. ГОСТ 2.053–2006. Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения. – Введ. 2006–09–01. – М. : Стандартинформ, 2007. – 12 с.

4. Фролова, М. С. Системы поддержки принятия решений для задач оснащения лечебных учреждений медицинской техникой / М. С. Фролова, С. В. Фролов, И. А. Толстухин // *Вопр. соврем. науки и практики*. Университет им. В. И. Вернадского. – 2014. – Спец. вып. (52). – С. 106 – 111.

5. Medical Device Communications Testing Project. The National Institute of Standards and Technology (NIST) [Электронный ресурс]. – September 2012. – Режим доступа : <http://hit-testing.nist.gov/medicaldevices/> (дата обращения: 20.05.2015).

6. Garguilo, J. J. Helping the Cause of Medical Device Interoperability: A standards-based testing approach based on identifying and obtaining testable assertions / John J. Garguilo, Sandra Martinez, Maria Cherkaoui // *Biomedical Instrumentation & Technology*. – 2011. – Vol. 45, No. 3. – P. 249 – 255.

7. Фролова, М. С. К вопросу о выборе оптимальной модели медицинского оборудования / М. С. Фролова // *Вопр. соврем. науки и практики*. Университет им. В. И. Вернадского. – 2011. – № 2(33). – С. 136 – 145.

8. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений : пер. с англ. / Г. Буч [и др.]. – 3-е изд. – М. : Вильямс, 2008. – 720 с.

9. Официальный сайт РФ в сети Интернет для размещения информации о размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zakupki.gov.ru> (дата обращения: 20.05.2015).

10. Фролова, М. С. Интеграция медицинской техники в информационную систему лечебно-профилактического учреждения / М. С. Фролова, С. В. Фролов, И. А. Толстухин // *Вопр. соврем. науки и практики*. Университет им. В. И. Вернадского. – 2014. – № 3(53). – С. 68 – 80.

References

1. Glushkov V.M. *Voprosy filosofii*, 1963, no. 10, pp. 12-18.

2. The State Committee of the Russian Federation for Standardization and Metrology, *GOST R ISO 10303-1-99. Sistemy avtomatizatsii proizvodstva i ikh integratsiya. Predstavlenie dannykh ob izdelii i obmen etimi dannymi. Chast' 1. Obshchie predstavleniya i osnovopolagayushchie printsipy* (State Standard of the Russian Federation 10303-1-99. Industrial automation systems and integration. Product data representation and exchange. Part 1. Overview and fundamental principles), Moscow: Izdatel'stvo standartov, 1999, 16 p.

3. Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification (ISC), *GOST 2.053–2006. Edinaya sistema konstruktorskoj dokumentatsii. Elektronnaya struktura izdeliya. Obshchie polozheniya* (Russian Interstate Standard 2.053–2006. Unified system for design documentation. Product electronic structure. General), Moscow: Standartinform, 12 p.

4. Frolova M.S., Frolov S.V., Tolstukhin I.A. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo*, 2014, Special issue (52), pp. 106-111.

5. The National Institute of Standards and Technology (NIST). *Medical Device Communications Testing Project*, September 2012, available at: <http://hit-testing.nist.gov/medicaldevices/> (accessed 20.05.2015)

6. Garguilo J.J., Martinez S., Cherkaoui M. *Biomedical Instrumentation & Technology*, 2011, vol. 45, no. 3, pp. 249-255.

7. Frolova M.S. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo*, 2011, no. 2(33), pp. 136-145.

8. Booch G., Maksimchuk R.A., Engel M.W., Young B.J., Conallen J., Houston K.A. *Object-oriented analysis and design with application*, Addison-Wesley Professional publisher, 2007, 720 p.

9. <http://zakupki.gov.ru> (accessed 20 May 2015).

10. Frolova M.S., Frolov S.V., Tolstukhin I.A. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo*, 2014, no. 3(53), pp. 68-80.

An Information Model of Medical Equipment on the Basis of Object-Oriented Approach

M. S. Frolova, T. A. Frolova, I. A. Tolstukhin

Tambov State Technical University, Tambov

Keywords: information model; method of object-oriented decomposition.

Abstract: To create a decision support system (DSS) for the selection of the optimal model of medical technology products (MTP) we developed the MTP information model on the basis of object-oriented decomposition, which is represented as a class diagram in the UML language. The basic parameter groups of MTP are combined into classes, and are common to all types of MTP. We identified the most important types of MTP, errors in the choice of which can lead to significant financial losses. For these kinds of MTP we developed information models, which can be used as the base for the development of DSS when selecting the optimal model of MTP.

© М. С. Фролова, Т. А. Фролова, И. А. Толстухин, 2015