

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ДЕКОМПОЗИЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ

М.С. Фролова, С.В. Фролов

Тамбовский государственный технический университет
г. Тамбов

В статье дано разъяснение понятия информационного моделирования и информационной модели. Построена информационная модель изделия медицинской техники (ИМТ) на основе метода объектно-ориентированной декомпозиции, представляющую собой иерархическую связанную систему классов. На основе проведенного технико-экономического анализа выявлены группы ИМТ, где ошибки при выборе ИМТ могут привести к значительным финансовым потерям лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ) и региона.

Ключевые слова: лечебно-профилактическое учреждение, изделие медицинской техники, информационная модель, объектно-ориентированная декомпозиция.

Обеспечение достойного медицинского обслуживания населения невозможно без комплексного технического оснащения лечебно-профилактических учреждений ЛПУ ИМТ [1]. Несмотря на множество программ по модернизации здравоохранения, в большинстве ЛПУ проблема оснащения ИМТ остается нерешенной.

Выбор ИМТ – сложная задача, при решении которой надо обращаться к потребностям здравоохранения. Недостаточно обдуманный выбор ИМТ ведет к неверному использованию или к простому ИМТ, а как следствие – к пустой трате финансовых средств.

Основной сложностью при оснащении ЛПУ является корректное составление технического задания на требуемые ИМТ и выбор оптимального ИМТ из числа предложенных. Выбор и закупка ИМТ должны рассматриваться индивидуально, так как каждое отделение в каждом ЛПУ выдвигает свои требования к необходимому медицинскому прибору, аппарату или комплексу и имеет свой бюджет на его приобретение. Очевидно, что закупленное в итоге ИМТ должно соответствовать заявленным требованиям и поставленным задачам.

В понятие моделирования современная наука вкладывает гораздо более широкое и глубокое содержание, чем то, которое вкладывалось в это понятие ранее [2]. Когда при моделировании используется известная информация об объекте, речь идет об информационном моделировании. Согласно ГОСТ Р ИСО

10303-1-99, «информационная модель (information model) – это формальная модель ограниченного набора фактов, понятий или инструкций, предназначенная для удовлетворения конкретному требованию» [3]. Информационная модель изделия (product information model) содержит абстрактное описание фактов понятий и инструкций об изделии [3]. Согласно ГОСТ 2.053-2006, «Информационная модель (изделия) – совокупность данных и отношений между ними, описывающая различные свойства реального изделия, интересующие разработчика модели и потенциального или реального пользователя» [5].

Информационная модель объекта представлена в виде информации, которая описывает параметры объекта, связи между ними, которые интересуют разработчика и пользователя для конкретной рассматриваемой задачи. Средством фиксации информации любой конкретной информационной модели являются языки, в большей степени, искусственные языки, строящиеся в процессе накопления и передачи знаний (например, символический язык алгебры или язык чертежей) [2]. Информационная модель, представленная на каком угодно языке (естественном или искусственном), может быть закодирована в любом другом языке [2], записана в виде последовательности чисел и введена в память компьютера [2]. Стоит отметить, что информация, представленная в информационной модели, должна быть преобразована в соответствии с конкретными правилами преобразования.

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 её визуализации разработана графическая нотация - ER-диаграмма.

Методология ICAM Definition (IDEF) является развитием ER-модели и применяется для решения задач моделирования сложных систем. IDEF включает в себя три различных метода моделирования – IDEF0, IDEF1 и IDEF2 для создания функциональной модели, информационной модели и динамической модели соответственно. Язык IDEF1X является расширенной версией IDEF1.

Для целей информационного моделирования в 1990-х годах был разработан базовый для STEP-технологий (STandard for the Exchange of Product model data) язык Express, описанный в стандарте ISO 10303. Этот язык ориентирован для представления информационных моделей описывающих жизненные циклы промышленных изделий.

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

Языки IDEF1X, EXPRESS и UML применяются в информационном моделировании. Каждый из этих языков обладает уникальными характеристиками. На практике нередко используется несколько языков для создания информационных моделей, когда изображается сложный процесс. Считается, что принцип моделирования является более значительным, чем язык моделирования.

В настоящее время известны информационные модели ИМТ, которые используются актуально для создания систем надежного взаимодействия между ИМТ [8]. 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» [7]. Этот принцип подразумевает автоматическое распознавание и конфигурирование подключённых устройств, реализуемый в компьютерах и отдельных их компонентах. Необходимой составляющей работы описываемой системы является информационная модель [7]. Предлагаемая модель написана при помощи языка XML и основывается 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 [7].

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 1), где ошибки при выборе ИМТ могут привести к значительным финансовым потерям ЛПУ и региона в целом. Представленные ИМТ являются сложными и дорогостоящими приборами, аппаратами или комплексами, обладают множеством опций и функций.

В этом случае требуется решать задачу выбора оптимальной модели ИМТ.

Для решения задачи выбора оптимальной модели ИМТ для ЛПУ необходимо разработать обобщенную информационную модель ИМТ. Информационное моделирование должно быть применено, когда необходимо произвести 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), который есть «процесс разбиения системы на части, каждая из которых представляет собой некоторый класс или объект из предметной области» [4].

Таблица 1 – Группы изделий медицинской техники

п/п №	Функциональное назначение	Изделия медицинской техники
1.	Функциональная диагностика	• Системы суточного мониторинга (холтеры), • Суточные мониторы артериального давления, • Стресс-системы, • Полисомнографы, • Электроэнцефалографы, • Электромиографы, • Спироанализаторы, • Фетальные мониторы, • Электрокардиографы.
2.	Медицинская визуализация	• Ультразвуковые сканеры, • Компьютерные томографы, • Магнито-резонансные томографы, • Ангиографы, • Маммографы, • С-дуги (мобильные хирургические рентгеновские системы), • Флюороскопы, • Рентгенографические системы, • Комбинированные системы позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ/КТ), • Комбинированные системы однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ/КТ), • Системы однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ), • Эндоскопы.
3.	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.
4.	Хирургия	• Лазерные системы, • Лапароскопические системы, • Коагуляторы.
5.	Лабораторная диагностика	• Биохимические анализаторы, • Иммунохимические анализаторы, • Гематологические анализаторы.

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 Официального сайта РФ для размещения информации о размещении заказов [6] был проведен анализ технических заданий ИМТ, представленных в таблице 1. Несмотря на то, что технические задания различны, и каждый врач предъявляет свои требования к ИМТ, было выявлено, что существуют основные группы параметров, которые являются общими для представленных в

ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ДЕКОМПОЗИЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ

таблице 1 ИМТ. Эти группы параметров предлагается сгруппировать в классы.

На рисунке 1 на языке UML построена информационная модель ИМТ в виде диаграммы классов.

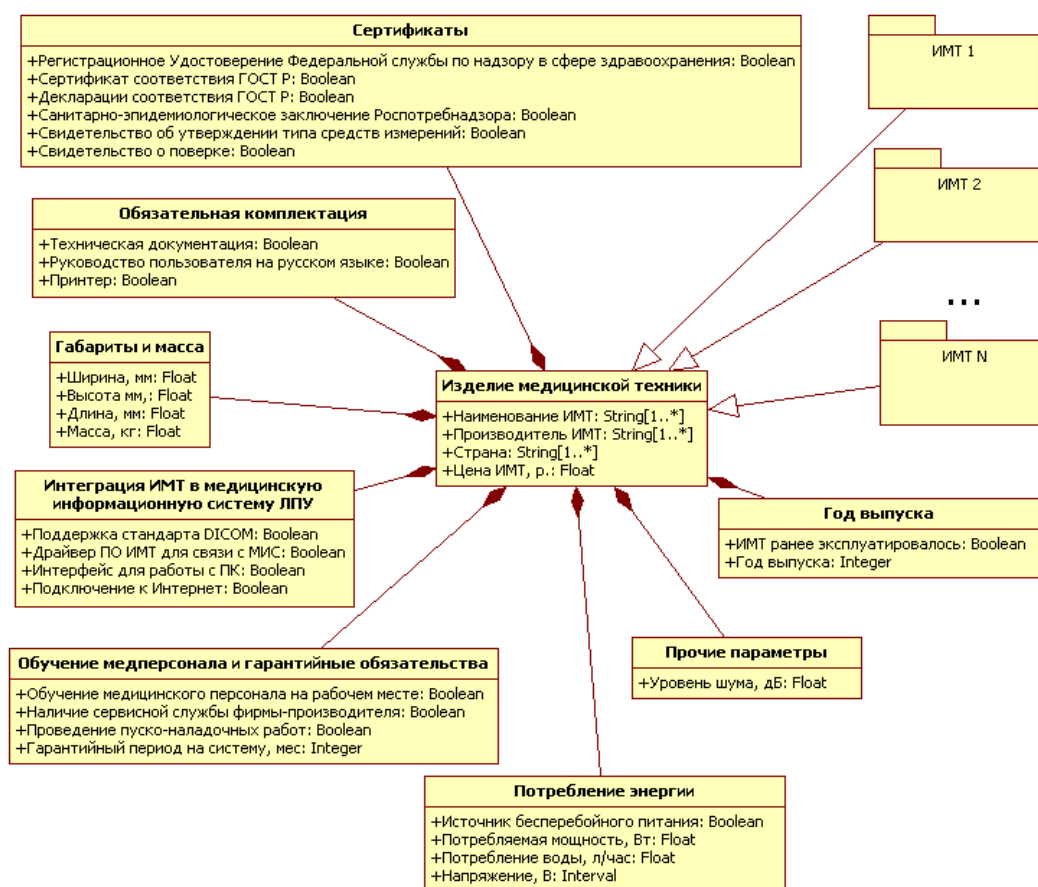


Рисунок 1 – Диаграмма классов: «Информационная модель ИМТ»

На верхнем уровне иерархии информационной модели ИМТ находится класс «Изделие медицинской техники» с атрибутами: «Наименование ИМТ», «Производитель ИМТ», «Страна», тип атрибута String, где в строке символов может находиться произвольное число строк (кратность [1..*]), «Цена, р.», тип атрибута Float.

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

Класс «Сертификаты» включает атрибуты: «Регистрационное Удостоверение Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения», «Сертификат соответствия ГОСТ Р», «Декларации соответствия ГОСТ Р», Санитарно-эпидемиологическое заключение Роспотребнадзора», «Свидетельство об утверждении типа средств измерений», «Свидетельство о поверке». Все атрибуты класса «Сертификаты» имеют тип Boolean. Построение класса «Сертификаты» проводилось в соответствии с построенными в работе логистическими цепями поставок ИМТ от Производителя в ЛПУ.

Класс «Обязательная комплектация» включает атрибуты типа Boolean: «Техническая документация», «Руководство пользователя на русском языке», «Принтер». Класс «Габариты и масса» включает атрибуты типа Float: «Ширина», «Высота», «Длина», «Масса».

На основе проведенного в работе исследования о возможности интеграции ИМТ в МИС ЛПУ составлен класс «Интеграция ИМТ в медицинскую информационную систему ЛПУ», который включает атрибуты типа Boolean: «Поддержка стандарта DICOM», «Драйвер ПО ИМТ для связи с МИС», «Интерфейс для работы с ПК», «Подключение к Интернет».

Класс «Обучение медперсонала и гарантийные обязательства» включает атрибуты типа Boolean: «Обучение медицинского персонала на рабочем месте», «Наличие сервисной службы фирмы производителя», «Проведение пуско-наладочных работ» и атрибут типа Integer «Гарантийный период на систему». Класс «Год выпуска» включает атрибут «ИМТ ранее эксплуатировалось» типа Boolean и атрибут типа Integer «Год выпуска». Класс «Потребление энергии» включает атрибут типа Boolean «Источник бесперебойного питания» и атрибуты типа Float «Напряжение», «Потребление воды». В классе «Потребление энергии» атрибут «Потребляемая мощность» имеет тип Interval, т.е. напряжение электрической сети, к которой подключается ИМТ может находиться в заданном интервале. Вводится класс «Прочие параметры», который имеет атрибут типа Float «Уровень шума».

Свойства классов: «Изделие медицинской техники», «Сертификаты», «Обязательная комплектация», «Обучение медперсонала и гарантийные обязательства», «Габариты и масса», «Интеграция ИМТ медицинскую информационную систему ЛПУ», «Потребление энергии», «Год выпуска», «Прочие параметры» присущи всем ИМТ. Наследуют эти свойства пакеты классов, которые соответствуют конкретным видам медицинской техники и которые так же представляют 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. Пакеты классов ИМТ 1, ИМТ 2, ..., ИМТ N наследуют свойства класса «Изделие медицинской техники».

Нами разработаны информационные модели в виде диаграмм классов языка UML некоторых видов ИМТ, входящие в информационную модель ИМТ в виде пакетов классов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фролов, С.В. Рациональный выбор медицинской техники для лечебно-профилактического учреждения на основе системы поддержки принятия решений / М.С.Фролова, А.Ю.Потлов // Врач и информационные технологии. – 2014. – № 3. С. 35-45.
2. Глушков, В.М. Гносеологическая природа информационного моделирования. / В.М. Глушков // Вопросы философии – 1963. - №10. – С.12-18.
3. 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. М.: Изд-во стандартов, 1999. – 16 с.
4. Буч, Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений / Гради Буч, Роберт А.Максимчук, Майкл У Энгл, Бобби Дж.Янг.-3-е изд.: Пер. с англ. – М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2008. - 720 с.
5. Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения. ГОСТ 2.053-2006 (введен Приказом Ростехрегулирования от 22.06.2006 N 119-ст)
6. Официальный сайт РФ для размещения информации о размещении заказов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zakupki.gov.ru>.
7. John J. Garguilo, Sandra Martinez, Julien Deshayes. Helping the Cause of Medical Device Interoperability: A standards-based testing approach based on identifying and obtaining testable assertions. The National Institute of Standards and Technology (NIST).
8. Medical Device Communications Testing Project. The National Institute of Standards and Technology (NIST), September 2012 (<http://hit-testing.nist.gov/medicaldevices/>).

Фролова Мария Сергеевна – к.т.н., ст.научный сотрудник Управления фундаментальных и прикладных исследований ФГБОУ ВО «ТГТУ»;
Фролов Сергей Владимирович – д.т.н., профессор, зав.каф. Биомедицинская техника,
 тел.: (4752) 635620, e-mail: sergej.frolov@gmail.com.