

## ПОБУДОВА МЕТА-МОДЕЛІ УНІВЕРСАЛЬНОГО МЕДИЧНОГО ПРИЛАДУ

**Sitnikova O.O. The meta-model construction of universal medical device.** Meta-model of the device, that provides a standard for the presentation of medical devices in the family doctor system, is proposed. The meta-model reflects the communicative possibilities and characteristics of the device, such as sensor readings, alarm types, the drive features a status message. By identifying common elements in all medical devices it is possible to create a language for describing the specific devices, which is necessary to maintain the functionality of the device and the communication with the family doctor medical system. Objects within the meta-model are grouped in packets, the structure of which is given. The proposed model can be easily encoded as an XML-schema. Such concepts as XML element and tag are directly imposed on such concepts as object model and object type. Based on the meta-model of developed medical device it is possible to create a unified description of the devices connected to the family doctor framework.

**Keywords:** clinical monitoring system, a family doctor, medical-biological parameters, simulation, medical device

**Сітнікова О.О. Побудова мета-моделі універсального медичного приладу.** В статті запропонована мета-модель приладу, яка забезпечує стандарт для подання медичних пристроїв в системі сімейного лікаря. Запропонована модель може бути легко закодованою як XML-схема. На основі розробленої мета-моделі медичного приладу можна побудувати уніфікований опис приладів, підключених до комплексу сімейного лікаря.

**Ключові слова:** система клінічного моніторингу, сімейний лікар, медико-біологічні параметри, моделювання, медичний прилад

**Ситникова О.А. Построение мета-модели универсального медицинского прибора.** В статье предложена мета-модель прибора, которая обеспечивает стандарт для представления медицинских устройств в системе семейного врача. Предложенная модель может быть легко закодирована как XML-схема. На основе разработанной мета-модели медицинского прибора можно построить унифицированное описание приборов, подключенных в комплекс семейного врача.

**Ключевые слова:** система клинического мониторинга, семейный врач, медико-биологические параметры, моделирование, медицинский прибор

### 1. Вступ

Приступаючи до вивчення невідомого біологічного об'єкта чи явища, дослідник прагне отримати найбільш повну та вичерпну інформацію. Для цього йому доводиться використовувати різні методи і способи отримання інформації про об'єкт. Ефективність отримання цієї інформації залежить від знання експериментальних методів досліджень та вміння їх застосувати у відповідності із поставленим завданням. Розвиток сучасних інформаційних технологій ставить нові вимоги до методів діагностування медико-біологічних об'єктів та стимулює розвиток новітніх підходів в усіх галузях людської діяльності, в тому числі і медицині. Принципово новим рішенням є створення інформаційних систем, експертних систем та баз даних, стандартизації медичної інформації та ведення електронної історії хвороби, формування медичних інформаційних мереж, які засновані на нових методах діагностики та обчислювальних технологіях.

Клінічний моніторинг – це метод, при якому людський мозок використовується для контролю функцій організму, регульованих в нормі організмом автоматично, наприклад, температури шкіри, м'язового тону, частоти серцевих скорочень або артеріального тиску. Велика кількість робіт, присвячених даній тематиці, свідчить, з одного боку, про практичну необхідність таких методів, а з іншого – про відсутність в даний час достатньо загальних і універсальних методів обробки біомедичних даних.

Можливості сучасних технологій та медично-діагностичного обладнання відкривають нові горизонти для підвищення ефективності та якості первинної медичної допомоги. Для збору та вимірювання медичних даних використовують низку різноманітних приладів та обладнання. Однією з найважливіших вимог, що пред'являються до діагностичних

комплексів, є універсальність їх застосування по відношенню до завдань контролю біомедичних параметрів, що особливо актуально для сімейної медицини. Для забезпечення роботи універсального комплексу обробки медикодіагностичної інформації системи сімейної медицини необхідно побудувати систему реєстрації та обробки медико-біологічної і медикодіагностичної інформації. Універсальність комплексу передбачає розробку такої архітектури, яка допускає різні варіанти використання комплексу.

## **2. Аналіз літературних даних**

Серед низки досліджень методів і засобів діагностування станів та вимірювання медико-біологічних параметрів треба визначити, що значна увага приділяється розробленню високоефективних неінвазійних методів дослідження, що використовуватимуться в системах медичної діагностики, наприклад, у працях Кожем'яко В. П., Павлова С.В., Шевченка О.В., Дмитрука В. В., Мустецова Н. П. та інших [1-4]. Групи медико-біологічних досліджень, що засновані на реєстрації фізичних параметрів і є методологічною базою розробки апаратних засобів для дослідження життєдіяльності організму, вивчаються українськими дослідниками В. П. Олейником, С. Н. Кулишем, В. Е. Овчаренком [4]. Дослідженням питань інформаційно-діагностичного перетворення займається, наприклад, Є. П. Попечителев [5]. Окремо треба відзначити роботи, присвячені вірогідності діагностування медико-біологічних параметрів. Це роботи, наприклад, Т. В. Істоміної та А. В. Кіреєва [6, 7], де біологічний об'єкт визначається як стохастична нестационарна нелінійна система з розподіленими параметрами.

Дослідження стану вирішення поставленої задачі дозволяє зробити наступні висновки. По-перше, сучасні дослідження розглядають окремі аспекти медико-біологічного моніторингу в роботі сімейного лікаря [9-13], у той час як питання побудови комплексу не розглядаються. По-друге, частина дослідників розглядає питання інформатизації сфери охорони здоров'я на рівні держави або регіону, концентруючи свою увагу на проблемах збереження та обробки великих обсягів даних [8, 9, 11], при цьому питання збору первинних даних залишаються поза увагою. Крім цього, характерним можна назвати той факт, що апаратне та програмне забезпечення медичних систем зазвичай розглядаються окремо, що не дозволяє системно вирішувати поставлену задачу.

Однією з проблем, з якими часто стикаються інженери, є підтримка можливості підключення і сумісності медичних пристроїв. Для того, щоб поліпшити процес діагностики необхідно використовувати стандарти для медичних приладів, що дозволить впорядкувати їх використання та взаємодію між пристроями.

## **3. Мета і завдання дослідження**

Метою роботи є аналіз та класифікація параметрів існуючих медичних приладів та побудова узагальненої моделі медичного приладу, що дозволить використовувати її як основу для створення універсального комплексу сімейного лікаря.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

- визначити сферу застосування медичного обладнання з точки зору семантики даних, форматів повідомлень і протоколів зв'язку;
- розробити структуру універсальної моделі медичного приладу, визначити елементи медичного приладу;
- визначити мову опису медичного пристрою в системі клінічного моніторингу сімейного лікаря.

## **4. Результати**

Однією з вимог системи сімейного лікаря є наявність стандартного способу для забезпечення комунікації медичних приладів та інформаційної системи. Зокрема, наступна інформація повинна бути поширена між взаємодіючими підсистемами.

- 1). *Функціональність*: системи повинні розуміти допустимі типи повідомлень і ефекту, що викликається кожним типом повідомлення.

- 2). *Семантичні дані*: значення, що передаються з пристрою повинні бути інтерпретовані приймачем.
- 3). *Формат повідомлення*: приймач повинен бути в змозі розібрати значення повідомлень, відповідно до їх семантики та типу повідомлення.
- 4). *Протокол зв'язку*: пристрої повинні знати, як і коли відбувається відправка повідомлень.

Перші дві вимоги ставляться до змісту і використання повідомлень пристрою. Керуюча система повинна бути в змозі зрозуміти зміст значень параметрів, які вона отримує, а також наслідок від команд, які вона відправляє на пристрій. Третя і четверта вимоги мають справу зі структурою повідомлень і комунікаційного інтерфейсу. У термінах моделі OSI формат повідомлення обробляється на 5-7 рівнях, в той час як протокол зв'язку обробляється на 1-4 рівнях. З урахуванням цих вимог існують дві проблеми, які медична система сімейного лікаря повинна вирішувати. По-перше, як організувати і представити опис медичного пристрою, тобто проблема представлення (моделювання) пристрою. По-друге, як отримати опис медичного пристрою для керуючої системи за умови, що керуюча система не має апріорного знання про структуру пристрою і протоколів; цю проблему можна розглядати як проблему перекладу.

Ці проблеми легко вирішуються, якщо кожен пристрій має фіксований, відносно невеликий набір параметрів, і якщо кожен пристрій використовує один і той самий протокол зв'язку і структуру повідомлення. Наприклад, для USB-пристроїв, які використовують HID стандарт (Human Interface HIDS) [14], у якому зазначено список типів використання для кожного типу пристроїв і значення даних, які містяться у стандартному звіті HID. Використання HID стандарту виключає необхідність написання програмного забезпечення драйвера пристрою для USB пристроїв. З точки зору чотирьох вимог, наведених вище, таблиці використання HID визначають семантику даних, структуру звіту, формат повідомлень і забезпечує єдиний тип повідомлень, а протокол USB забезпечує протокол зв'язку.

Медичні пристрої охоплюють набагато ширшу область, ніж область периферійних пристроїв персонального комп'ютера. Список можливих параметрів величезний і постійно зростає, також як і список запатентованих протоколів зв'язку. Для того, щоб вирішити цю проблему, необхідно спочатку визначити сферу застосування медичного обладнання з точки зору семантики даних, форматів повідомлень і протоколів зв'язку. Це призводить до утворення великого списку властивостей медичного пристрою, функцій і протоколів. Після того, як цей список буде створений, можна класифікувати подібні властивості разом, що дає узагальнені структури загальних для всіх медичних пристроїв. Ці структури можуть бути використані для створення описів для конкретних пристроїв.

Мета-модель пристрою (ММП) забезпечує стандарт для подання медичних приладів в системі сімейного лікаря. Вона відображає комунікативні можливості і властивості пристрою, такі як показники датчиків, типи попереджень, функції приводу, повідомлення про стан. Модель заснована на абстрактному уявленні узагальненого медичного приладу. Мета-модель пристрою є результатом аналізу і класифікації. Шляхом виявлення загальних елементів на всіх медичних пристроях, можна створити мову для опису конкретних приладів, яка є необхідною мовою для підтримки функціональних можливостей пристрою та комунікації з медичною системою сімейного лікаря.

Модель предметної області є областю знань, яка повинна охопити ММП. Вивчивши множину прикладів медичних приладів, а також за допомогою аналізу моделі, запропонованої в стандарті ISO 11073, встановлено, що медичні пристрої містять всі або деякі з наступних елементів:

- виконавчі механізми для впливу на фізіологічні параметри пацієнта, фізичні параметри пацієнта, і / або положення і орієнтацію пацієнта або частин його тіла;
- датчики для вимірювання фізіологічних параметрів пацієнта;

- датчики для вимірювання фізичного місця розташування і орієнтації пацієнта, або частини його тіла;
- датчики для вимірювання фізичного розташування і орієнтації приводу медичного пристрою по відношенню до пацієнта;
- внутрішня логіка, яка дозволяє лікарю визначити поведінку пристрою (включаючи контроль датчиків, виконавчих механізмів і обробки даних всередині пристрою);
- внутрішня пам'ять для зберігання команд, даних датчиків, даних про стан пристрою, оброблених даних датчиків;
- інтерфейс, за допомогою якого лікар може управляти пристроєм, спостерігати його стан, читати його внутрішні дані;
- інтерфейс, за допомогою якого керуюча система може обмінюватися даними з пристроєм, щоб управляти його роботою або зчитувати дані;
- інтерфейс, до якого медичний пристрій може бути приєднаний.

Мета-модель пристрою є адаптацією інформаційної моделі предметної області (ІМПО), яка описана в стандарті IEEE 11073-10201 [15]. ІМПО є об'єктно-орієнтованою моделлю, в якій об'єкти є абстракціями сутностей в області надання медичної допомоги за допомогою лікувально-електричних пристроїв (рис. 1).

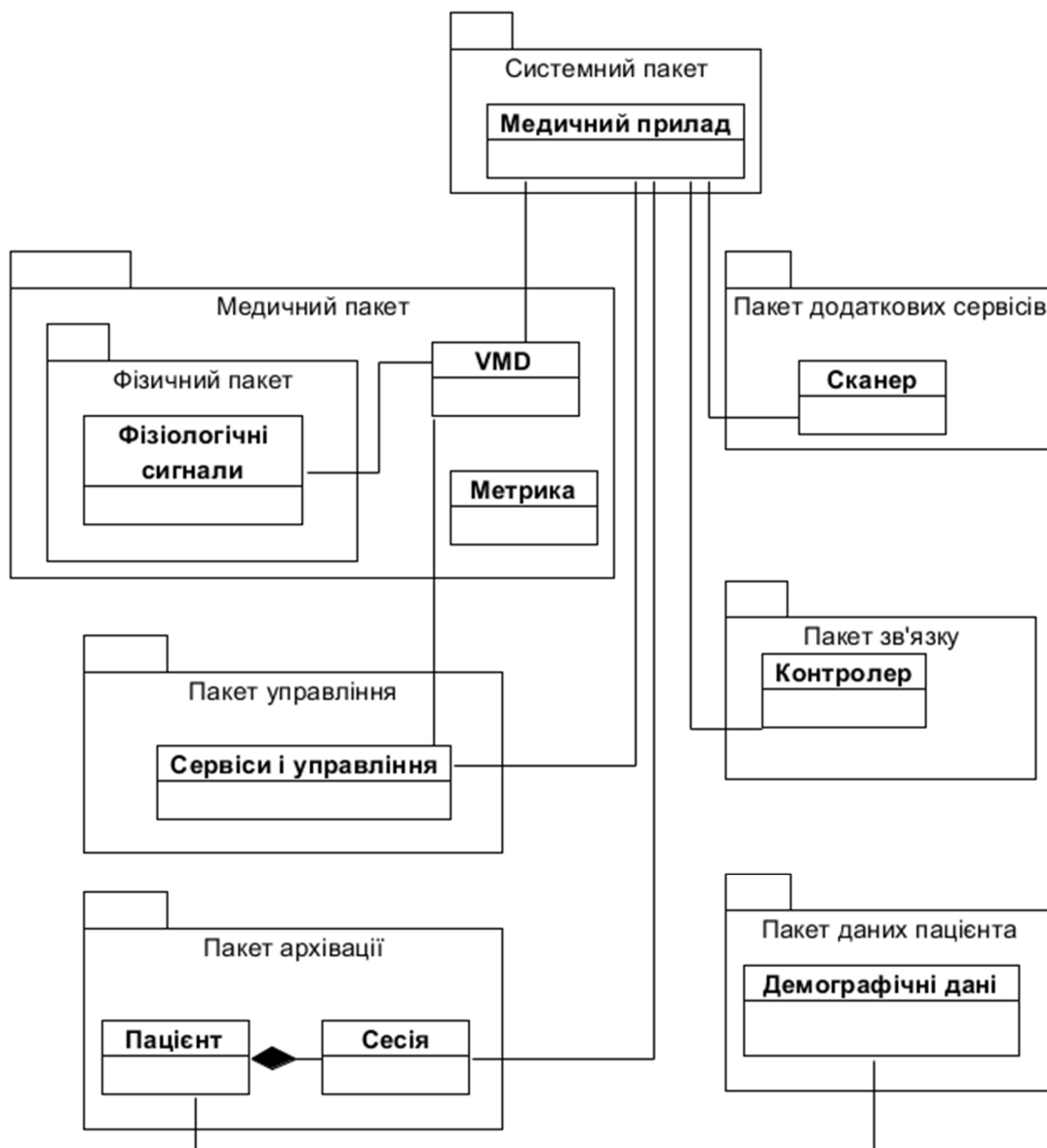


Рис. 1. Структура інформаційної моделі предметної області

Об'єкти всередині моделі містять атрибути і методи, які описують властивості і функціональні можливості компоненту пристрою, що моделюється. Коли набір об'єктів з ІМПО обрано і організовано для опису конкретного пристрою, ці об'єкти формують інформаційну базу медичних даних для цього пристрою. Ця медична база даних надає інформацію про важливі показники, які надаються медико-електричним пристроєм.

Об'єкти в межах ІМПО організовано у вісім пакетів, які включають в себе:

- системний пакет: містить верхній рівень об'єкту, тобто медичний прилад, який являє собою об'єднання всіх функцій пристрою;
- медичний пакет: канали даних та метрики, де метрики (показники) визначають абстрактні вимірювання медико-біологічних сигналів;
- фізичний пакет: надає фізіологічні сигнали для медичного пакету;
- пакет управління: забезпечує дистанційного управління пристроєм;
- пакет додаткових сервісів: містить об'єкти, які контролюють властивості пристрою та дозволяють збирати дані з пристрою;
- пакет зв'язку: керує протоколом зв'язку нижнього рівня;
- пакет архівації: підтримує реєстрацію даних з медичних пристроїв;
- пакет даних пацієнту: містить різні особисті дані пацієнту.

Подібно до ІМПО, мета-модель пристрою організована у вигляді ієрархії функціональних можливостей медичного пристрою. На рис. 2 наведено уявлення мета-моделі пристрою на високому рівні об'єктної UML-моделі, яку можна на практиці реалізувати як XML-схему, що дозволяє записати моделі пристроїв у вигляді XML-документів.

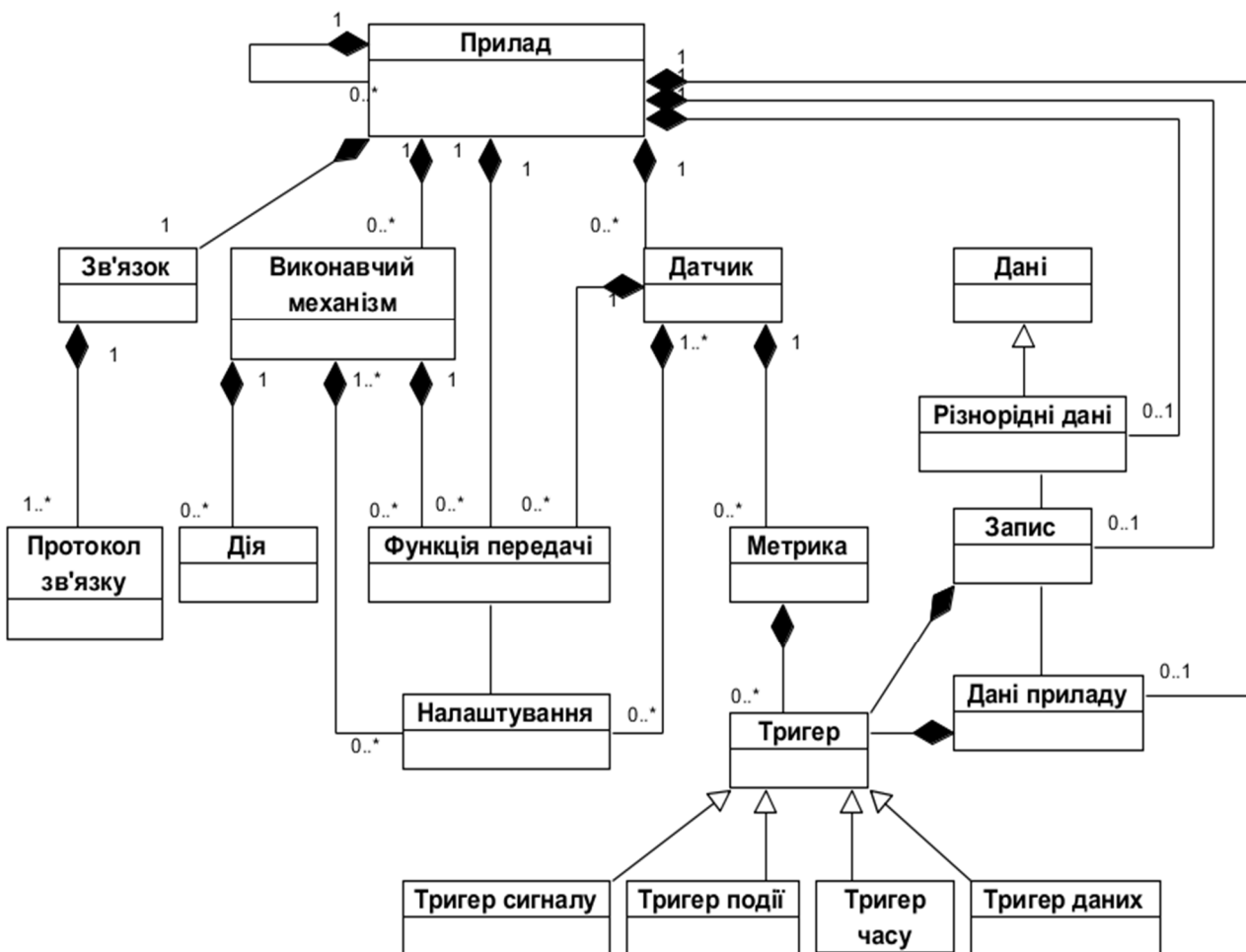


Рис. 2. Структура мета-моделі медичного пристрою

Як і в ІМПО, об'єкти в межах ММП згруповані в пакети:

- прилад: містить модель пристрою верхнього рівня (об'єкт Device), є аналогом системного пакета в ІМПО;
- датчик: описує датчики пристрою, за допомогою об'єктів Metric та Setting.
- виконавчий механізм: описує виконавчі механізми пристроїв за допомогою об'єктів Action та Setting, відповідає пакету управління в ІМПО;
- дані: містить дані пристрою, такі як інформація про працездатність пристрою, реєстраційні дані і різні немедичні дані;
- тригер: містить об'єкти для обробки даних, а також для надання повідомлень;
- зв'язок: описує комунікаційні інтерфейси і протоколи пристрою аналогічно пакету зв'язку в ІМПО.

Пакет приладу містить об'єкт Прилад, який є об'єктом верхнього рівня мета-моделі і являє собою пристрій в цілому. Об'єкти в межах інших пакетів включають дочірні об'єкти приладу, що призводить до деревовидної структури ММП. Параметри об'єкта Device описують властивості пристрою, такі як виробника пристрою, ідентифікатор пристрою, семантичні бібліотеки і т.д. Атрибути приладу забезпечують ім'я та опис пристрою.

Прості медично-електричні прилади матимуть тільки один об'єкт Прилад в їх моделі. Більш складний пристрій, таке як монітор пацієнта, може бути підключений до інших сенсорних пристроїв в ієрархічному порядку. В цьому випадку модель для монітора пацієнта матиме об'єкт Прилад для опису монітора пацієнта, а також розділ Subdevices, що містить список дочірніх об'єктів Приладу, що описує пристрої, підключені до монітора. Це дозволяє за допомогою моделі описувати різні топології пристроїв.

Пакет датчика містить Датчик, Метрику і Налаштування об'єктів, які описують фізіологічні вимірювання датчика приладу. Об'єкт Датчик являє собою фізичний датчик, розташований на пристрої, з об'єктами Метриками для кожного з окремих вимірювань.

Об'єкт Датчик має параметри, які описують статус, режим і розташування фізичного датчика. Його дочірні об'єкти включають об'єкти Метрики та об'єкти Налаштування. Об'єкт Метрика являє собою канал даних, що надходять від датчика пристрою. об'єкт Налаштування описує параметри датчика і режими. І Метрики і Налаштування можуть містити об'єкти з пакета тригера. Об'єкти Trigger дозволяють моделі описувати асинхронні повідомлення, які можуть бути отримані від пристрою.

Метрики використовувати безліч параметрів для визначення діапазону, точності і частоти даних, які надходять з пристрою. Всі Метрики повинні містити параметр Value (значення) і Units (одиниці). Ці параметри дають смислове значення для даних, що повертається пристроєм.

Як і пакет датчика, пакет виконавчого механізму містить об'єкт, який описує фізичний привід пристрою, наприклад, насос, клапан з електроприводом або інструменту припікання. Об'єкт Виконавчий механізм має два типи дочірніх об'єктів, в тому числі об'єкти Дія, які являють собою команди дій, що можуть бути відправлені на привід і об'єкти Налаштування, які описують настройки приводу і режими. Той самий об'єкт Налаштування використовується для опису параметрів приладів, датчиків і виконавчих механізмів.

Об'єкти Дія містять параметр ActionType, який забезпечує семантичне кодування для об'єкта; це схоже на функцію параметра Value в об'єктах Метрика і Налаштування. Параметр ActionType подає виконувану дію; в результаті, вона має тип доступу "Виконувана".

На відміну від інших пакетів, пакет даних не містить однойменний об'єкт. Замість того, пакет даних містить набір об'єктів, який забезпечує зберігання даних приладу і інших нефізіологічних даних. У пакет входять три об'єкти верхнього рівня:

- 1). *Дані приладу*: описують стан і статус пристрою.
- 2). *Різномірні дані*: репозиторій для нефізіологічних даних, таких як ім'я пацієнта, номер операційного залу і т.д.
- 3). *Запис*: зберігає фізіологічні дані, що генеруються приладом, поряд з настройками або діями модифікованими лікарем.

Об'єкт Дані приладу містить велику кількість спеціальних параметрів, які повідомляють про властивості пристрою, такі як рівень заряду акумулятора, годинник, апаратні проблеми і т.д. Різноманітні дані містять загальні параметри, які або закодовані (це означає, що вони можуть бути класифіковані, використовуючи медичний термін) або не закодовані. Ці параметри є даними, які можуть зберігатися приладом, щоб допомогти зв'язати його з пацієнтом. Об'єкт Запис описує, як інформація зберігається в журналах пристрою і як записані дані можуть бути представлені менеджеру.

Пакет зв'язку містить об'єкт Зв'язок, який перераховує протоколи зв'язку, які підтримуються приладом. Це особливо важливо для застарілих пристроїв, яким необхідно забезпечити більш детальну інформацію про свої протоколи зв'язку. Сумісний пристрій має тільки забезпечити набір об'єктів CommProtocol, кожен з яких описує низькорівневий (OSI шари 1-4) інтерфейс з пристроєм. Несумісні пристрої повинні забезпечувати об'єкти CommProtocol, разом з дескриптивними грамами своїх повідомлень і їх абстрактним протоколом.

Як і пакет даних, пакет тригера визначає набір об'єктів для опису даних пристрою. Замість того, щоб зберігати і систематизувати дані пристрою, пакет містить механізми тригера для представлення даних в асинхронному режимі. Об'єкти Метрика, Налаштування, Запис і Дані приладу можуть містити дочірні об'єкти Тригер. Таким чином, ці чотири типи об'єктів утворюють спеціальну підмножину об'єктів.

Об'єкт Тригер має три розширення, в тому числі Тригер події, Тригер часу, Тригер сигналу. Тригер події є спусковим гачком, який посилає повідомлення, коли відбувається якась подія, наприклад, параметр Value досягає певного рівня. Тригер часу повідомляє дані з певною частотою. Тригер сигналу надсилає повідомлення про обмеження на значення метрики.

Об'єкт Функція передачі з'єднує об'єкти Дія і Метрика, описуючи передбачувані реакції пристрою у відповідь на дію. Об'єкт Функція передачі посилається на параметр Value об'єктів Дія і Метрика з використанням ідентифікаторів параметрів.

ММП була розроблена, щоб бути легко закодованою як XML-схема. Такі поняття XML як елемент і тег прямо накладаються на такі поняття ММП як об'єкт і тип об'єкту. Поняття атрибуту XML є ідентичним атрибуту у DMM. ММП будується з об'єктів (Рис. 3), які згруповані в пакети. Об'єкти можуть також містити й інші об'єкти, утворюючи ієрархію типів об'єктів. Велика частина інформації, пов'язаної з об'єктом знаходиться в межах його параметрів. Кожен параметр містить значення даних, разом з набором атрибутів. Необхідно звернути увагу, що деякі атрибути параметрів використовуються лише з певними типами параметрів. У той час як набір типів об'єктів і атрибутів є скінченим, модель приладу може визначити свої власні типи параметрів і атрибути параметрів.

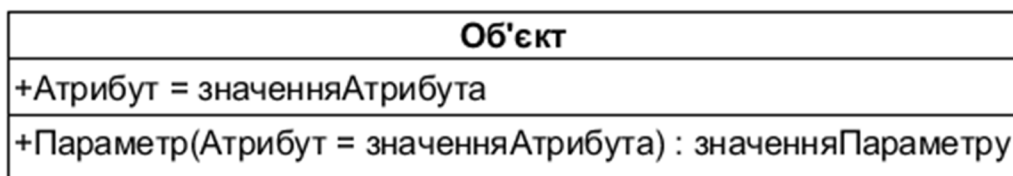


Рис. 3. Загальна структура об'єкта і параметра

Розглянемо приклад коду для реалізації мета-моделі універсального медичного пристрою.

```

<!-- Model Elements -->
<xs:complexType name="deviceClass">
  <xs:complexContent>
    <xs:extension base="MDOInterface">
      <xs:sequence maxOccurs="1" minOccurs="1">

```

```
<xs:element name="protocolName" type="xs:string" minOccurs="0"/>
<xs:element name="manufacturer" type="MDProp_String"/>
<xs:element name="deviceID" type="MDProp_String"/>
<xs:element name="deviceCode" type="MDProp_Coded" minOccurs="0"/>
<xs:element name="complianceLevel" type="MDCComplianceLevelType"/>
<xs:element name="semantics" type="MDProp_String"/>
<xs:element name="setting" type="settingClass" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded"/>
<xs:element name="sensor" type="sensorClass" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded"/>
<xs:element name="actuator" type="actuatorClass" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded"/>
<xs:element name="communications" type="communicationsClass"
minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
<xs:element name="deviceHealth" type="deviceHealthClass"
minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
<xs:element name="log" type="logClass" minOccurs="0"
maxOccurs="1"/>
<xs:element name="miscData" type="miscDataClass" minOccurs="0"
maxOccurs="1"/>
<xs:element name="subDevices" type="subDevices" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded"/>
</xs:sequence>
</xs:extension>
</xs:complexContent>
</xs:complexType>
```

Аналогічно, можна описати клас Датчик:

```
<xs:complexType name="sensorClass">
<xs:complexContent>
<xs:extension base="MDOInterface">
<xs:sequence>
<xs:element name="status" type="statusType" minOccurs="0"/>
<xs:element name="mode" type="MDProp_String" minOccurs="0"/>
<xs:element name="location" type="MDProp_Coded" minOccurs="0"/>
<xs:element name="calibrationState" type="MDProp_String"
minOccurs="0"/>
<xs:element name="metric" type="metricClass" minOccurs="1"
maxOccurs="unbounded"/>
<xs:element name="setting" type="settingClass" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded"/>
</xs:sequence>
</xs:extension>
</xs:complexContent>
</xs:complexType>
```

Таким чином, підтримка прийняття медичних рішень в системі сімейного лікаря базується на створенні та використанні структурованої медичної інформації. Метою програмного компоненту є забезпечення інтерфейсу з сумісними та несумісними



медико-електричними приладами, що дозволить їм взаємодіяти. Для реалізації програмного компоненту пропонується сервіс-орієнтована архітектура (СОАП). Концептуально СОАП виступає в якості проміжного рівня між пристроями і додатками. Особливістю СОАП є те, що і програми, і прилади генерують сервісні об'єкти, які сприймаються системою. Сервіс додатків визначає вимоги для деякої можливості або функції пристрою, в той час як об'єкт сервісу приладу визначає опис можливостей пристрою. Наприклад, сервіс додатків може описувати тип частоти серцебиття, що вимагає додаток. Цей сервіс може бути потім поєднаний з сервісом частоти серцевих скорочень приладу, за умови, що пристрій з такою метрикою частоти серцевих скорочень є доступним.

Традиційно, сервіси в рамках сервіс-орієнтованої архітектури (СОА) забезпечують інтерфейс між додатками і системами підприємства. СОАП приводить цю абстракцію до рівня комунікації приладів. Сервіси забезпечують інтерфейс між пристроями (які підтримують обробку даних та засоби управління) і додатки (які споживають дані і використовують управління). Надаючи два рівні сервісних об'єктів між додатками і пристроями, додатки можуть посилатися на узагальнені дані і управління, а не на параметри конкретного пристрою. Аналогічним чином, об'єкти інтерфейсу приладу можуть використовувати сервіси пристроїв як керовані інтерфейси з параметрами пристрою, що регулюють їх взаємодію з пристроями. Додаткові переваги цієї архітектури описані нижче.

Розмежування функцій пристрою від прикладного програмного забезпечення робить можливим перевірку додатків і пов'язаних з ними сервісів, незалежних від пристроїв. Сервіси додатків можуть встановлювати мінімальні функціональні вимоги до потенційних параметрів пристрою. Шляхом перевірки додатків і прикладних сервісів на відповідність мінімальним вимогам, можна припустити, що будь-яка група пристроїв, які відповідають сукупності вимог, може безпечно і ефективно виконувати операції, визначені в додатком.

## **5. Висновки**

Запропонована мета-модель медичного приладу забезпечує стандарт для подання медичних пристроїв в системі сімейного лікаря. Мета-модель відображає комунікативні можливості і властивості пристрою, що надає основу для створення опису медичних приладів, які використовуються в системі сімейного лікаря. Запропонована модель може бути легко закодованою як XML-схема. Програмний додаток доцільно реалізовувати на основі сервіс-орієнтованої архітектури. Ця архітектура має недолік, що полягає в створенні додаткових шарів між додатками і пристроями. Тим не менш, вона має перевагу, спрощуючи структуру сервісу. Служби додатків повинні бути зайняті лише визначенням типу даних і управління, необхідних для додатку, в той час як сервіси приладу обробляють тільки доступ та організацію даних пристрою. Це призводить до більш простих вимог, що пред'являються до кожного набору послуг. Отже, складність і відповідальність об'єктів додатків і пристроїв сильно знижується. СОАП є проміжним шаром, що дозволяє додаткам спілкуватися з медичними пристроями, не покладаючись на технології або платформи, які залежать від драйверів пристроїв. Замість цього, СОАП генерує код проміжного програмного забезпечення для кожного пристрою на основі моделі пристрою.

Запропонована мета-модель медичного приладу може бути реалізована як програмний компонент у комплексній системі сімейного лікаря. Вона є необхідною мовою для підтримки функціональних можливостей пристрою та комунікації з медичною системою сімейного лікаря.

## **Література**

1. Дмитрук В.В. Оптико-електронні методи діагностування в біомедицині / В.В. Дмитрук, Н.В. Белік, С.О. Штельмах // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2009. – № 1 (17). – С. 145-153.

2. Павлов С.П. Біомедичні оптико-електронні системи і апарати. Ч.1. Неінвазивні методи діагностики серцево-судинної системи / С.В. Павлов та ін.] – Вінниця, ВДТУ, 2003. – 142 с.
3. Мустецов Н.П. Инструментальные методы медико-биологических исследований : учеб. пособие / Н.П. Мустецов. – Харків : ХТУРЭ, 1999. – 176 с.
4. Олейник В.П. Методы медико-биологических исследований / В.П. Олейник, С.Н. Кулиш, В.Е. Овчаренко: учеб. пособие. – Харків: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьковский авиационный институт», 2004. – 110 с.
5. Попечителев Е.П. Методы медико-биологических исследований. Системные аспекты : учебн. пособие / Е.П. Попечителев. – Житомир : ЖИТИ, 1997. – 186 с.
6. Истомина Т.В. Вопросы метрологии в задачах медико-биологической диагностики / Т.В. Истомина, Н.П. Ординарцева // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2009. – № 10. – Т. 99. – С. 44-48.
7. Истомина Т.В. Особенности измерения и интерпретации параметров ПЭС биологических объектов / Т.В. Истомина, А.В. Киреев, К.В. Истомина // Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации: труды Междунар. Науч.-техн. конф. (Россия, г. Пенза, 22-24 октября 2008 г.) Пенза: Информационно-издательский центр ПензГУ, 2008. – 174 с.
8. Мельник К.В. Проблемы и основные подходы к решению задачи медицинской диагностики / К.В. Мельник, С.И. Ершова // Системи обробки інформації. – 2011. – № 2. – С. 244-248.
9. Kaniovskyi Y. A semantic cloud infrastructure for data-intensive medical research / Y. Kaniovskyi, S. Benkner, C. Borckholder, S. Wood, P. Nowakowski, A. Saglimbeni, T. P. Lobo // International Journal of Big Data Intelligence (IJBDI). – 2015. – Vol. 2, No. 2. – P. 91-105.
10. Інформаційні технології в охороні здоров'я і практичній медицині / за ред. О.П. Мінцера. – Київ : Вища школа, 2003. – 350 с.
11. Знаменська М.А. Інформатизація закладів охорони здоров'я як основа ефективних комунікацій в системі охорони здоров'я / М.А. Знаменська, Г.О. Слабкий // Медична інформатика та інженерія. – 2015. – № 2. – С. 85-88.
12. Springer Handbook of Medical Technology / Kramme R., Hoffmann K.-P., Pozos R.S. (Eds.) Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. – 1500 p.
13. Рыков С.А. Медико-социальный мониторинг в системе охраны зрения школьников / С.А. Рыков, Н.М. Орлова, А.А. Костецкая // Офтальмология. Восточная Европа. – 2013. – № 2. – С. 105-111.
14. Device Class Definition for Human Interface Devices (HID): Firmware Specification – Final 1/30/97. USB Implementer's Forum. –1997. – Retrieved 2014-04-28.
15. ISO/IEEE 11073-10201:2004. Health informatics – Point-of-care medical device communication - Part 10201: Domain information model.

*Автор статті*

**Сітнікова Оксана Олександрівна** – старший викладач кафедри обчислювальної техніки і програмування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків. Тел. +380 (98) 960 89 39. E-mail: oasitnikova@mail.ua

*Author of the article*

**Sitnikova Oksana Oleksandrivna** – senior lecturer of computing technics and programming department, National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv. Tel. +380 (98) 960 89 39. E-mail: oasitnikova@mail.ua

Дата надходження  
в редакцію: 13.08.2016 р.

Рецензент:  
доктор технічних наук, професор Н.В. Шаронова  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»