Дипломна работа

за получаване на образователно-квалификационна степен „магистър”

на тема

Компютърно моделиране и управление на електронен здравен запис за лекарствена терапия /електронна рецепта/ по openEHR спецификация

Изготвил:

Петко Валентинов Ковачев

Био и медицинска информатика

Факултетен номер: 22808

Научен ръководител:

проф. д-р Евгений Кръстев

Съдържание

Списък на използваните съкращения 3
Списък на таблиците 5
Списък на фигурите 6
1. Въведение 7
1.1. Увод 8
1.2. Постановка на задачата 9
1.2.1. Задачи, произтичащи от целта 10
1.2.2. Ограничаващи/облекчаващи условия 11
1.3. Обхват на дипломната работа 11
2. Обзор на литературата 12
2.1. Информационен обмен в системата на здравеопазването 12
2.2. Анализ на проблемната област 14
2.3. Очаквани ползи 14
2.4. Технологии, спецификации и стандарти за реализиране ЕЗЗ 15
2.5. Информационен модел на openEHR 21
2.5.1. Описание на информационния модел 22
2.5.2. Структура на моделите в openEHR 23
2.5.3. Електронен здравен запис (EHR) в референтен модел на openEHR: 24
2.5.4. Обекти от тип ENTRY в референтния модел на openEHR: 25
2.6. EHRServer - софтуерна платформа за управление на ЕЗЗ 27
2.6.1. Основни термини и понятия в EHRServer. 27
2.6.2. Основни компоненти на EHRServer. 28
2.6.2.1. Хранилище на ЕЗЗ. 28
2.6.2.2. REST API за достъп и модификация на ЕЗЗ 28
2.6.2.3. Административно уеб приложение към EHRServer 32
3. Компютърно моделиране на електронен здравен запис за рецепта 34
3.1. Моделиране и разработка на архетипи и оперативен темплейт 34
3.2. Анализ на формата и изискванията на НЗОК 34
3.3. Разработка на архетип за електронна рецепта 35
3.3.1. Методология за моделиране на архетипи 36
3.3.2. Практическа реализация на методологията 46
3.4. Разработка на архетип тип COMPOSITON за ЕЗЗ. 49
3.5. Разработка на оперативен темплейт за ЕЗЗ. 50
4. Програмна реализация. 52
4.1. Инсталиаране на EHRServer на Ubuntu Linux 52
4.1.1. Инсталиране на MySQL СУБД, JDK7 или JDK8 52
4.1.2. Инсталиране на EHRServer 53

4.1.3. Стартиране на EHRServer 53
4.1.4. Зареждане на оперативния темплейт в работещата инстанция на EHRServer 54
4.2. Технологии за реализация на клиента 55
4.3. Програмна реализация на клиент 58
4.4. Заявки за извличане на информация в EHRServer (Query) 63
4.5. Управление на ЕЗЗ с openEHR 64
5. Заключение 67
6. Приложения 69
Използвана литература 72

Списък на използваните съкращения

- AJAX - Asynchronous JavaScript and XML
- ADL - Archetype Definition Language
- AM - Archetype Model
- ANSI - American National Standards Institute
- AOM - Archetype Object Model
- AQL - Archetype Query Language
- CDA - Clinical Document Architecture
- CEN - European Committee for Standardization
- CoT - CaboLabs openEHR Toolkit
- CSS - Cascading Style Sheets
- DSTU - Draft Standard for Trial Use
- FHIR - Fast Healthcare Interoperability Resources
- HER - Electronic Health Record
- HL7 - Health Level 7
- HL7 EHR-S FM - Electronic Health Record System Function Model
- HTML - Hyper Text Markup Language
- HTTP - Hypertext Transfer Protocol
- HTTPS - Hypertext Transfer Protocol Secure
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers
- ISO - International Standardization Organization
- JDK - Java Development Kit
- JSON - JavaScript Object Notation
- OPT - Operational Template
- PHP - PHP: Hypertext Preprocessor
- SM - Service Model
- SQL - Structured Query Language (Структуриран език за заявки)
- STU - Standards for Trial Use
- UML - Unified Modeling Language (Унифициран език за моделиране)
- URL - Uniform Resource Locator
- XML - Extensible Markup Language
- YAML - YAML Ain't Markup Language
- W3C - World Wide Web Consortium
- БДС – Български Държавен Стандарт
- БИС - Български Институт по Стандартизация

- ЕЗЗ - Електронен Здравен Запис
- ИД - Идентификатор
- ИКТ - Информационни Комуникационни Технологии
- ЛЗД - Лично Здравно Досие
- НЗОК - Национална здравноосигурителна каса
- РМЕ - Разширяем Маркиращ Език
- СКД - Съхранение на Клинични Данни
- СУБД - Система за Управление на Бази Данни

Списък на таблиците

Таблица 1: Действащите стандарти в сферата на здравеопазването в България 21
Таблица 2 REST API на EHRServer 29
Таблица 3: Структура на архетип от тип INSTRUCTION 48
Таблица 4: Ключове и стойности на масив $mappings за генериране на EHRServer заявка 60

Списък на фигурите

Фигура 1: Текущо състояние на информационните потоци в здравеопазването [6] 13
Фигура 2: Проблеми и ползи от интегрирана здравноинформационна система [7] 15
Фигура 3: Компоненти на openEHR спецификацията [17] 23
Фигура 4: Блок диаграма на компонентите на openEHR групирани по модел [2] 23
Фигура 5: Дуалност на информационния модел в openEHR [2] 24
Фигура 6: Диаграма на обект EHR от референтния модел в openEHR [2] 25
Фигура 7: Диаграма на обект ENTRY от референтния модел в openEHR [17] 26
Фигура 8: Поток на събитията при обект тип ACTION [17] 27
Фигура 9: Изглед на web console интерфейс на EHRServer 33
Фигура 10: XSD Дефиниции за данните събиран на НЗОК [24] 35
Фигура 11: Алгоритъм за разработка на архетип [26] 38
Фигура 12: Изграждане връзки между набор от концепции и информационни елементи [25]. 39
Фигура 13: Пример за таблица за модел, създаден по време на Фаза 2 [25] 40
Фигура 14 Информационен модел на openEHR архетип Medication 42
Фигура 15 Изглед на архетип от тип INSTRUCTION в Archetype editor 48
Фигура 16 Структура на папките за съхранение на архетипи 50
Фигура 17 Връзки на оперативния темплейт с XSD схемата на НЗОК [24] 51
Фигура 18 Оперативен темплейт зареден в EHRServer 54
Фигура 19 CaboLabs openEHR Toolkit 57
Фигура 20: UML диагрма на PHP клас EHRServer 58
Фигура 21: Извеждане на списък с ЕЗЗ на EHRServer 59
Фигура 22: Списък с издадени Електронни рецепти на пациент 59
Фигура 23: Форма за създаване запис за електронна рецепта 60
Фигура 24:Трансформация на елемент от HTML input поле до XML item 62
Фигура 25: Визуализация на документ от ЕЗЗ тип електронна рецепта 63
Фигура 26: Изглед на модул за създаване на заявка в web console 64
Фигура 27: Изглед форма за създаване на нова рецепта 65
Фигура 28: Изглед на формуляр за рецепта 65
Фигура 29: Изглед на попълнен формуляр за рецепта 66
Фигура 30: Изглед на въведените данни за електронна рецепта на уеб конзолата 66

1. Въведение

Здравеопазването и медицината обхващат специфични процеси от човешки дейности, чиято реализация в голяма степен се подпомага от съвременни информационни комуникационни технологии (ИКТ). Съществен принос в това отношение има Електронното здравеопазване (ЕЗдраве). Предмет на ЕЗдраве са ИКТ, които имат за цел да допринесат за подобряване на управлението на ресурсите в системата на общественото здравеопазване и повишаването на ефективността на предоставяните медицински услуги посредством съчетание на организационни промени и иновации. Сложността на променящите се във времето структури и взаимни връзки на медицинските данни, многообразието от използваните термини в медицинската практика, както и обработката на големи обеми от клинична информация при реализация на медицински дейности, са едни от най- сериозните предизвикателства в ЕЗдраве. Съществено е изискването тези данни да се съхраняват заедно със семантичния контекст, в условията на който те са генерирани. Моделирането и средствата за представяне на семантичния контекст при обмен на клинични данни изискват интердисциплинарни знания и умения. Всички системи на модели на заобикалящата ни действителност съдържат определен семантичен контекст и същевременно се различават по нивата на абстракция на съответната приложна област. Всеки информационен модел включва данни от количествен тип. В медицината едно и също съдържание от този тип може да се интерпретира с различна семантика и терминологична категория. Това налага въвеждането на стандарти и технически спецификации за обмен на данни в ЕЗдраве, които използват систематизирани описания на медицински терминологии. Например в системата от терминологии SNOMED CT [1] могат да се открият кодове за бактериални инфекции, части от анатомичното представяне на човешкото тяло и симптоми за заболявания. Съдържащата се в тези термини информация съдържа описания на качествени характеристики, които придават различен смисъл и интерпретация на едни и същи количествени данни.

Разграничението на три вида категории, а именно: информационни модели, модели за описание на съдържанието на приложната област и терминологиите, позволява да се отделят инвариантите в семантичното описание на данните. Такива инварианти като основните типове данни на кодове от терминологии и структури от данни, като списъци и идентификатори, служат за представяне структурите на променливите характеристики в описанието на приложната област като „резултат от микробиологично изследване“ отделно от действителното събитие, породило генерирането на тези данни (например, „инфекция от микроб“).

В исторически план това разграничение между основните категории не е добре осъзнавано и е довело до създаване на трудни за поддържане и използване продукти, където семантиката на приложната област е тясно преплетена в софтуерната реализация и използваните бази от данни. В тази дипломна работа се използва openEHR архитектура [2] за моделиране и софтуерна

реализация, при което се използва стандартен, добре дефиниран информационен модел. Този модел може да служи за основа на създаването на сложни и същевременно удобни за поддържане и адаптиране информационни системи в здравеопазването.

1.1. Увод

openEHR е технология за електронно здравеопазване за постигане на семантична оперативна съвместимост на приложения в здравеопазването. Това накратко означава, че клинични данни, изготвени в съответствие с информационния модел на openEHR, могат да се обменят заедно със семантичния контекст, в обхвата на който те са създадени. Поради свободния достъп на научната общност до тази технология, понастоящем openEHR е водеща при разработката на информационни модели и програмни средства за семантична оперативна съвместимост на клинични данни. Характерно за тази технология е приложението на архетипи за съхраняване на данните заедно със семантичния контекст на тяхното генериране и приложение. openEHR предоставя XML-подобен език за моделиране на такива архетипи и съответни средства за изпълнение на заявки [3] [4].

В Българското здравеопазване липсва напречна свързаност между участниците в клиничния процес. Понастоящем данни се изпращат единствено на Националната здравноосигурителна каса (НЗОК) единствено с цел отчитане на паричните потоци, разплащани за медицински услуги.

Рецептите за лекарствени продукти се изписват от лекарите на различни типове хартиени бланки: обикновенна (бяла), рецептурна бланка НЗОК обр. 5 и обр. 5А, рецептурна бланка за отпускане на лекарства на ветерани, рецептурна бланка за предписване на наркотични и упойващи лекарствени продукти (зелена) и други (виж Приложение 3), които се пренасят от пациента до аптеката. Фармацевтът в аптеката разчита рецептурната бланка и я изпълнява. Това може да доведе до грешки при разчитане и изпълнение на рецептите, които могат да бъдат животозастрашаващи. При въвеждане на електронна рецепта лекарите ще могат да създават електронен здравен запис за предписаните лекарства, а пациентът, аптеката, НЗОК, други лекари и други заинтересовани лица ще имат достъп до тези записи. При използване на електронни рецепти вероятността от грешки при разчитане и преписване на рецептите в аптеката ще бъде елиминирана. Пациентът и упълномощени от него лица ще имат достъп до здравното досие и цялата история на предписвани терапии без да разнасят хартиени документи. При наличието на записи за всички предписани терапии тези записи може да се съпоставят с бази данни за несъвместимости и нежелани реакции при лекарствени комбинации и да предупреждават лекаря и пациента за тях.

1.2. Постановка на задачата

Настоящата дипломна работа има за цел да представи модел и компютърна реализация на семантична оперативна съвместимост при обмен на данни, базиран на свободно достъпна и широко разпространена спецификация openEHR с отворен код. За достоверност на получените резултати се изисква реализацията на модела и софтуерната му имплементация да се демонстрират с типичен пример, заимстван от системата на българското здравеопазване. Такъв подходящ пример е процесът на изпращането на данни за предписани лекарства от общопрактикуващите лекари към НЗОК с цел реимбурсиране на одобрените по НЗОК лекарства. Причината да се избере потребителски случай на обмен на данни на общопрактикуващите лекари с НЗОК е неслучайна, тъй като по този начин се постига по-значим социален ефект от резултатите на дипломната работа. Във връзка с постигане на очакваните резултати е необходимо да се анализира подробно XSD-модела за представяне на тези данни във формата, публикуван от НЗОК. В дипломната работа е необходимо да се изследва процесът на обмен на данни между общопрактикуващите лекари и НЗОК. Съпътстваща задача в изследването е съдържанието на семантичен контекст в XSD-модела на НЗОК. Например доколко този модел съдържа данни за ефективността от приложението на едно или друго лекарство, предписвано за социално значими заболявания, включени ли са в тези данни кодове на утвърдени терминологии и до каква степен се поддържа валидиране кодовете на използваните терминологии.

Друг съществен проблем в изследването е задачата да се установи дали е възможно трансформиране на XSD-модела на НЗОК за данни от рецепти на общопрактикуващи лекари към Референтния модел на openEHR. Подходът за решение на този проблем включва моделиране и имплементиране на модел на архетип на рецепта в съответствие с Обектния Модел на Архетипи в openEHR. Моделът на архетипа трябва от своя страна да се представи във вид, който позволява създаване на инстанции на рецепти по спецификацията openEHR. За целите на експерименталната работа е необходимо да се създаде виртуална машина, където да се инсталира машина за управление на такива инстанции (EHRServer) и клиент-сървър приложение, което да ползва RESTful API за обмен на данни. Компютърният модел на архетип на рецепта да се трансформира в оперативен темплейт, който да се валидира, както на тази локална машина, така и на openEHR машина, достъпна публично в облачното пространство. По този начин да се докаже, че клиентското приложение може да обменя по един и същ начин данни, базирани на различни доставчици на клинични данни.

Работната хипотеза на дипломната работа може да се формулира по следния начин: Съществуващият модел на данни на НЗОК за рецепти на лекарства, одобрени за реимбурсиране, може да се трансформира в съответствие с изискванията на Референтния модел на спецификацията openEHR. По този начин данните, събирани от НЗОК, ще станат достъпни до другите участници в клинико-диагностичния процес. Второ, тези данни ще могат

да бъдат обогатени със семантично съдържание, което да подобри управлението на финансовите ресурси на НЗОК, а също и въвеждане на добри практики при споделянето на тези данни за научни изследвания. Накратко, основната цел на дипломната работа е да докаже практическата осъществимост на openEHR спецификацията и свързаните с нея технологии за привеждане на съществуващ реален формат на данни в българското здравеопазване във вид, позволяващ семантична оперативна съвместимост между хетерогенни доставчици на клинични данни, каквито в конкретния случай се явяват общопрактикуващите лекари. Това са едни от основните предизвикателства в дипломната работа.

1.2.1. Задачи, произтичащи от целта

Постигането на поставените задачи ще реализирам с изпълнение на следните дейности, представени в последователността на планираното им изпълнение:

- Проучване на съществуващите международни здравни информационни стандарти за осигуряване на семантична оперативна съвместимост на разнотипни данни.
- Анализ на W3C XML дефиниции на схеми, използвани за отчитане на исковете на аптеките към НЗОК за отпуснати лекарства.
- Разработка и компютърно моделиране на оперативен темплейт, отговарящ на изискванията за електронен здравен запис за лекарствена терапия и съвместим с изисквания на НЗОК.
- Инсталиране и конфигуриране на програмни средства за реализация на openEHR Server и привеждането му в работен режим.
- Зареждане на създадения оперативен темплейт в работещата инстанция на openEHR Server и създаване на основни здравни записи за пациентски идентификатори.
- Разработка на прототип на клиент приложение/модул за създаване и извличане на електронен здравен запис за лекарствена терапия в съответствие с разработения оперативен шаблон.

Резултатите от изпълнение на изброените дейности се очаква да потвърдят основната хипотеза в дипломната работа, а именно:

1. модел на данни на НЗОК за издадена рецепта от общопрактикуващ лекар може да се трансформира по спецификацията openEHR .
2. приложението на openEHR спецификацията позволява семантична оперативна съвместимост между хетерогенни доставчици на клинични данни, каквито в конкретния случай се явяват общопрактикуващите лекари

В процеса на изпълнение на дипломната работа са предвидени тестове с реални данни на прототипа на клиент приложение/модул за създаване и извличане на електронен здравен запис за лекарствена терапия.

1.2.2. Ограничаващи/облекчаващи условия

Темата на дипломната работа е фокусирана върху изследване на приложението на конкретен информационен модел и от това произтичат по естествен начин ограничения върху използваните технологии и съпътстващите ги помощни софтуерни средства:

- Приложение openEHR технология и спецификация.
- Използване на Clinical Knowledge Manager [5] за изследване и изучаване на готови оперативни шаблони и избор на подходящи темплейти за преработка съгласно заданието.
- Използване на Template Designer и Archetype Editor за компютърно моделиране, дизайн и реализация на оперативни темплейти и архетипи.
- Приложение на Java, Groovy и Grails за реализация на openEHR сървър.
- Използване на HTML/XML/JavaScript/PHP и RESTful API за разработка на клиентските приложения и комуникацията им с openEHR сървър.

1.3. Обхват на дипломната работа

Основна цел на дипломната работа е компютърно моделиране на електронна здравна рецепта посредством openEHR архетипи и оперативни темплейти. Тези архетипи ще позволят да се трансформират съществуващите W3C XML дефинициите на схеми (XSD), използвани понастоящем от НЗОК, за описание на исковете на аптеките за възстановяване на разходите им по продадени лекарства от списъка на НЗОК. Така моделираните електронни рецепти ще могат да се съхраняват на специализиран openEHR server, който ще позволява извличане на данни заедно със семантичния им контекст с цел проследяване на ефективността на предписваните терапии по отделни групи социално значими заболявания, както и за подобряване на качеството на медицинските услуги. Предимствата на предлагания компютърен модел ще се демонстрира с прототип на клиент приложение/модул за създаване и извличане на електронен здравен запис за ***електронна рецепта***.

2. Обзор на литературата

В тази глава е представен литературен обзор на стандарти като ISO 13606 и HL7 и съответни на тях технически спецификации и технологии, които са използвани за изпълнение на основните задачи в дипломната работа. Тези спецификации имат тясно приложение в медицинската информатика. Поради тази причина в началото на литературния обзор са разгледани характерните особености на информационния обмен в здравеопазването, където специално внимание е отделено на особеностите на обмена на информация в българското здравеопазване. Направеният обзор позволява да се направят изводи за информационните проблеми в българското здравеопазване във връзка с темата на дипломната работа. В литературния обзор е представен подробно дуалния информационен модел спецификацията с отворен код openEHR и платформата EHRServer за обработка на ЕЗЗ. Сведенията за структурата на информационния модел на openEHR и платформата EHRServer се използват съществено в следващите две глави за компютърно моделиране на рецепта и програмна реализация на прототип на информационна система за напречна оперативна семантична съвместимост между участници в клинико-диагностичния процес в българското здравеопазване.

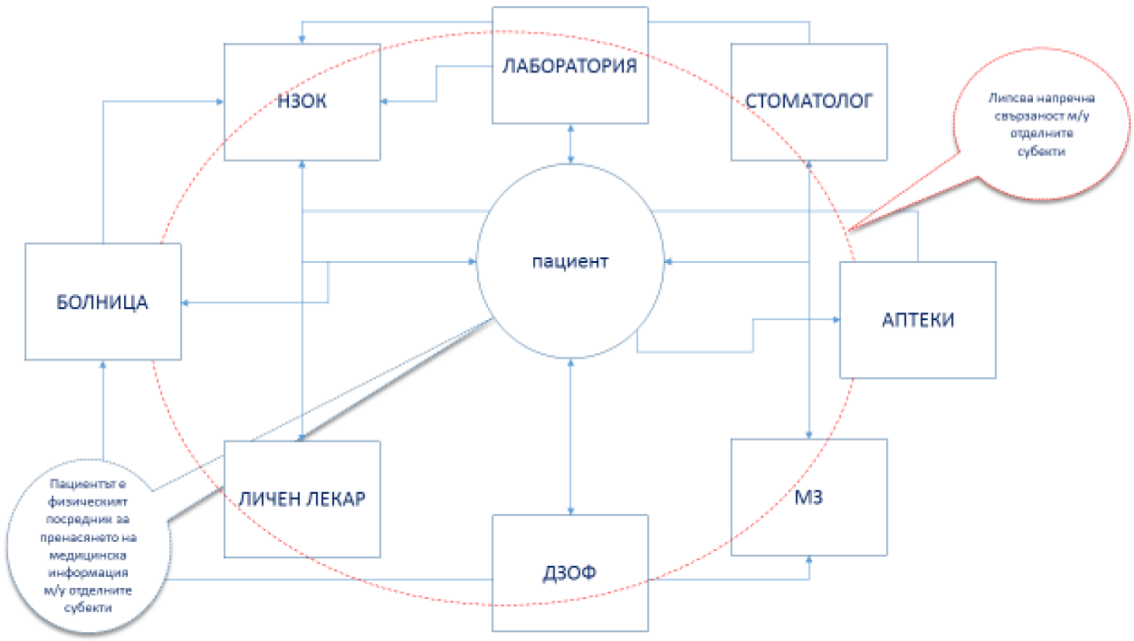
2.1. Информационен обмен в системата на здравеопазването

Понастоящем основният поток от клинични данни в българското здравеопазване е централизиран и насочен към НЗОК. НЗОК от своя страна дефинира моделите на данните съобразно функциите си, които НЗОК е задължена да упражнява по българското законодателство. В резултат на това обхватът на клинични данни е ограничен само до данни, които са свързани с разпределение на паричните ресурси в здравната система въз основа на извършените медицински услуги за задължително здравноосигурените лица. По тази причина тези данни не позволяват да се проследят резултатите от медицински дейности, например от прием на неосигурени лица, платени медицински услуги или дейности, които не са контролирани от НЗОК.

Съществен недостатък на информационните потоци е, че едни и същи данни мигрират от хартиен носител на електронен формат, без да се спазват съществуващи международни стандарти за структуриране и представяне на данните. Най-общо състоянието на информационните потоци с клинична информация в България може да се визуализира, както е показано на Фигура 1. Съществуващият обмен на данни между участниците в клинично-диагностичния процес и НЗОК съдържа данни, позволяващи да се реализират процесите на разплащане и отчитане за извършените дейности. Липсата на утвърден информационен модел за обмен на клинични данни води до дублиране или невъзможност за споделяне на клинични данни. В повечето случаи това води до влошаване на качеството на медицинските услуги.

На Фигура 1 се забелязва липсата на напречна директна свързаност между отделните участници в клинично-диагностичния процес в системата на здравеопазването. С изключение на моделите на данни, зададени от НЗОК, на практика не се прилагат национални технологични стандарти за обмен на структурирана информация, информационна сигурност и защита на личните данни и чувствителната информация на пациентите. В същото време в ЕС съществуват такива технологични стандарти, голяма част от които са одобрени по БДС. Важно е да се отбележи, че моделите на данни, дефинирани от НЗОК, също така не отговарят на технологичните стандарти, одобрени в ЕС и по БДС.

По тези причини в българското здравеопазване съществуват множество изолирани бази от данни под формата на регистри с информация за редки заболявания или базите от данни, съхранявани от общопрактикуващите лекари. Повечето от регистрите се управляват децентрализирано, на териториален принцип. По тази причина е невъзможно синхронизирането на съдържащата се в тях информация. В резултат на това всеки пациент трябва да пренася на хартиен носител извадка от клиничните си данни при преминаване от един лекуващ лекар към друг лекуващ лекар или да повтаря болезнени или скъпо платени изследвания. Невъзможността от оперативен обмен на тези данни затруднява оптималното разпределение на ресурсите в системата на здравеопазването, процесите на планиране на здравната политика и в крайна сметка не позволява да се споделят добрите практики в лечението на пациентите.



Фигура 1: Текущо състояние на информационните потоци в здравеопазването [6]

Съчетаването на различните източници и типове информация може да стане само чрез изграждането на единна информационна система в здравеопазването. Информационното осигуряване на управлението в системата на здравеопазване включва събиране на достоверна

първична информация, обработка чрез съвременни технологии и анализ на получените статистически показатели.

2.2. Анализ на проблемната област

Текущото състояние на информационните потоци в националното здравеопазване позволява да се направят следните изводи:

- Липсва устойчивото развитие на Информационна система, свързано с наличието на подходяща законова рамка и функционална среда;
- Не са изработени и утвърдени унифицирани здравно информационни стандарти, които да са базисни документи при работата;
- Недостатъчно качество на здравно обслужване на населението – непълнота в наличната за всеки гражданин здравно-медицинска и осигурителна информация и проблеми в достъпа до нея;
- Липса на интегриране на отделни частични решения на информационни системи, в единната информационна система на здравеопазването;
- Необходимост от координиране на големия брой доставчици на готови програмни решения за изпълнителите на медицински услуги;
- Липса на синхрон между нови възможности за ускоряване и улесняване на обработката и анализа на данните и усъвършенстване на методологията в конкретни тематични области.

2.3. Очаквани ползи

Посочените недостатъци в съществуващия информационен обмен в националното здравеопазване могат да бъдат решени с изграждане на интегрирана здравноинформационна система [7]. Ползите от изграждането на такава информационна система ще спомогнат за по-добро обслужване на пациентите, управлението на ресурсите в системата на здравеопазването, лечебните заведения, а също и здравноосигурителните компании.
Подобреното обслужване на пациентите ще се измерва със следните показатели:

- Способност на информационните системи да обменят клинична информация по електронен път в системата на здравеопазването;
- Оперативен обмен на резултати от диагностични изследвания;
- Качество на предоставяните медицински услуги;
- Степента на намаляване на разходите на предлаганите медицински услуги;
- Опростяване на административните процедури за започване на лечение;
- Намаляване на диагностични и терапевтични грешки;

От своя страна изграждането на интегрирана здравноинформационна система ще допринесе за по-добро управление на финансовите ресурси в системата на здравеопазването, като се

минимизират разходите за административни дейности, чрез премахване на дублирането в диагностичните процедури, грешни предписания на лекарства при диагностика и лечение. Лечебните заведения също така ще бъдат облагодетелствани от наличието на оперативен обмен на клинична информация. Например, това ще позволи на техните информационни системи да осъществят връзка с редица основни регистри и да ползват съдържащата се в тях информация. Това ще позволи също лечебните заведения да автоматизират дейностите по споделяне в електронен формат данни за проведени диагностични изследвания, предписания на лечение от други участници в здравната система.

Фигура 2: Проблеми и ползи от интегрирана здравноинформационна система [7]

2.4. Технологии, спецификации и стандарти за реализиране ЕЗЗ

В тази секция ще направим обзор на способите за обмен на клинични данни. Първоначално ще изясним накратко какво се разбира по оперативна съвместимост и различните разновидности на оперативна съвместимост. Впоследствие ще разгледаме основните характеристики на стандартите, реализиращи оперативна съвместимост, заедно с обобщение на тези от стандартите, одобрени по БДС.

Стандарти за оперативна съвместимост

В литературните източници се отчита тенденция през последните две десетилетия за разширяване на способността на организациите и информационните системи в здравеопазването да работят заедно или с други думи, да са оперативно съвместими. Целта е да се предоставят допълнителни възможности на здравните специалисти да работят заедно в интерес на техните пациенти като повишават качеството и гарантират непрекъснатост на грижите въз основа на споделяне на знания и създаване на нови средства за по-ефективно използване на тази информация в процеса на здравеопазване [8, 9]. Важно е да се разграничи „оперативност“ от „оперативна съвместимост“. Оперативност означава начинът, по който отделни части от организациите или информационни системи работят и постигат резултати по отношение на различни направления, за да се предоставят здравни услуги в дадена област. Оперативната съвместимост е следващото по-високо ниво на интегриране на информационни системи и организации в здравеопазването. При този вид интеграция се използва ситуацията, в която две организации са обединени, за да работят заедно, за да осигурят сътрудничество в областта на здравеопазването. Това изисква дейности и договорености между организациите, информационните системи и екипи от здравни работници за структуриране на информацията и електронната комуникация. При това партньорите в оперативната съвместимост могат да бъдат сходни по характер (например две болници, два регистъра с данни) или различни (например болница и аптека в държава от ЕС) [10].

Българското законодателство отразява конкретни изисквания за оперативна съвместимост. В България от 2009 г. е в сила Закона за електронното управление, в който в чл. 43, ал.1 се казва, че „Предоставянето на вътрешни електронни административни услуги и обменът на електронни документи между административните органи се извършват в условията на оперативна съвместимост“. Общите изисквания за оперативна съвместимост и информационна сигурност са предмет на специална наредба.

- ✓ **Синтактична оперативна съвместимост**

  Синтактична или техническа оперативна съвместимост позволява преместването на данни от система А в система В без да се отчита отдалечеността на двете системи. Този вид оперативна съвместимост е независим от приложната област на двете системи. Важно е да се подчертае, че по този начин на обмен на данни не се знае или не се интересуваме за семантичния контекст на това, което се обменя. Най-често при този вид на обмен на данни се използват същите формати за данни или комуникационни протоколи. XML и JSON са примери за формати за обмен на данни.

- ✓ **Семантична оперативна съвместимост**

  Семантичната оперативна съвместимост гарантира, че системата А и системата В разбират семантичния контекст на данни по същия начин. Тя позволява на компютрите да разбират, интерпретират и използват данни без двусмислие. Това обикновено включва

използване на кодове и идентификатори като SNOMED CT [1]. Семантичната оперативна съвместимост е в основата на това, което обикновено се разбира под интероперативност в здравеопазването. Това е възможността за автоматично интерпретиране на информацията, която се обменя смислено и точно, за да се получат полезни резултати за крайните потребители. За да се постигне семантична оперативна съвместимост, и двете страни трябва да се отнесат към общ референтен модел за обмен на информация. Съдържанието на исканията за обмен на информация е недвусмислено дефинирано: това, което се изпраща, е същото като това, което се разбира.

Стандарти за обмен на клинични данни

Съществуват два основни способа за обмен на клинични данни от точка А до точка В. Първият способ е основан на дуален информационен модел, използващ архетипи с основни представители **EN 13606** [11] и **openEHR** [2]. Вторият способ е основан на размяна на съобщения от точка А до точка В с основен представител групата от стандарти, известни като **HL7** [12] [13]. Поотделно ще разгледаме представители на основните стандарти, реализиращи тези способи за обмен на клинични данни [14].

- **Европейски стандарт за Електронно здравно досие EN 13606**

ISO 13606 [11] е стандарт от Международната организация по стандартизация (International Standardization Organization – ISO), първоначално разработен от Европейския комитет по стандартизация (European Committee for Standardization – CEN) и има статут на български стандарт.

Общата цел на стандарта ISO 13606 е да определи строга и стабилна информационна архитектура за предаване на част или на цялата електронна здравна карта (електронно здравно досие – ЕЗЗ, electronic health record – EHR) на един обект на грижа (пациент) между системите на ЕЗЗ или между системите на ЕЗЗ и централизирано хранилище на данни на ЕЗЗ. Той може също така да се използва за комуникация и обмен на данни от ЕЗЗ между системата за ЕЗЗ и клинични приложения или компоненти на мидълуер (като компоненти за подпомагане на вземането на решения), които трябва да имат достъп до данните от ЕЗЗ, или като представяне на данни на ЕЗЗ в разпределена (обединена) система за запис.

За постигането на тази цел ISO 13606 следва архитектура на двойния модел. Архитектурата на двойния модел определя ясно разграничение между информация и знание. Първият слой е структуриран чрез референтен модел, който съдържа основните елементи за представяне на всяка информация на ЕЗЗ. Вторият слой се основава на архетипи, които са формални определения на модели на клинична информация, като доклад за освобождаване от отговорност, измерване на глюкозата или фамилна история, под формата на структурирани и ограничени комбинации от обекти на референтен модел. Тя дава специфично семантично значение на структурата на референтния модел. Комбинацията от референтния модел (за представяне на данни) и архетипния модел (за семантично описание на тези данни) осигурява

мощна възможност за развитие на информационните системи. Моделите на клиничната информация (архетипи) могат да се променят в бъдеще, но данните винаги ще останат оперативно съвместими.

ISO 13606 се състои от пет части. Части 1, 2 и 3 са най-подходящи за основно прилагане на стандарта:

- ISO 13606-1: 2008 Информатика в здравеопазването – Обмен на електронните здравни досиета - Част 1: Модел на справка (ISO 13606-1:2008 Health informatics -- Electronic health record communication -- Part 1: Reference model)
- ISO 13606-2: 2008 Информатика в здравеопазването – Обмен на електронните здравни досиета - Част 2: Спецификация за обмен на прототипи (ISO 13606-2:2008 Health informatics -- Electronic health record communication -- Part 2: Archetype interchange specification)
- ISO 13606-3: 2009 Информатика в здравеопазването – Обмен на електронните здравни досиета - Част 3: Референтни прототипи и списък на термините (ISO 13606-3:2009 Health informatics -- Electronic health record communication -- Part 3: Reference archetypes and term lists)
- ISO / TS 13606-4: 2009 Информатика в здравеопазването – Обмен на електронните здравни досиета - Част 4: Сигурност (ISO/TS 13606-4:2009 Health informatics -- Electronic health record communication -- Part 4: Security)
- ISO 13606-5: 2010 Информатика в здравеопазването – Обмен на електронните здравни досиета - Част 5: Спецификация на интерфейса (ISO 13606-5:2010 Health informatics -- Electronic health record communication -- Part 5: Interface specification)

- **Международен стандарт за Електронно здравно досие HL7**

Наименованието **HL7– Health Level 7** [12, 15] символизира седемслойния комуникационен модел на международна организация по стандартизация (ISO). Моделът на взаимно свързване на отворени системи (Open Systems Interconnection model – OSI модел) е концептуален модел, който характеризира и стандартизира комуникационните функции на дадена телекомуникационна или изчислителна система, без оглед на вътрешната структура и технология, разпределяйки ги на седем слоя:

1. Физически: Свързва обекта към предавателната среда
2. Линк на данни: Осигурява контрол грешка между съседните възли
3. Мрежа: Маршрутизира информацията в мрежата
4. Транспорт: Осигурява комуникация от край до край
5. Сесия: Решава проблеми, които не са свързани с комуникацията
6. Представяне: Преобразува информацията
7. Приложение: Предоставя различни услуги на приложенията

Още през 1987 г., в опит да започне решаването на проблема на оперативната съвместимост в здравеопазването, международна общност от експерти по здравната тематика и информационни учени сътрудничиха за създаването на стандарта HL7 за обмен, управление и интегриране на електронна здравна информация.

Днес, HL7 е организация, разработваща стандарти, акредитирана вече от Американския национален институт за стандартизация (American National Standards Institute – ANSI), която създаде стандарти, базирани на консенсус, представляващи широк поглед от заинтересованите страни в системата на здравеопазването. От практическа гледна точка HL7 е съставила колекция от формати за съобщения и свързани с тях клинични стандарти, които определят стриктното представяне на клиничната информация. По този начин, стандартите осигуряват рамка, в която данните могат да бъдат обменяни.

Тези стандарти определят начина, по който информацията се пакетира и се предава от една страна на друга, определяйки езика, структурата и типовете данни, необходими за безпроблемната интеграция между системите. Стандартите HL7 поддържат клиничната практика и управлението, доставката и оценката на здравните услуги и са признати за най-често използваните в света.

Стандартите HL7 са групирани в референтни категории:

Раздел 1: Първични стандарти – Първичните стандарти се считат за най-популярните интегрални стандарти за системна интеграция, оперативна съвместимост и съответствие.

Раздел 2: Основни стандарти – Основополагащите стандарти определят основните инструменти и градивни елементи, използвани за изграждане на стандартите, и технологичната инфраструктура, която изпълнителите на стандартите HL7 трябва да управляват.

Раздел 3: Клинични и административни области – Стандартите за съобщения и документи за клинични специалности и групи се намират в този раздел. Тези стандарти обикновено се прилагат след въвеждането на основните стандарти от организацията.

Раздел 4: Профили на ЕЗЗ - Тези стандарти осигуряват функционални модели и профили, които позволяват изграждането и управлението на електронни здравни досиета (ЕЗЗ).

Раздел 5: Ръководства за прилагане – Този раздел се отнася към ръководства за прилагане и/или други поддържащи документи, създадени за използване във връзка със съществуващ стандарт. Всички документи в този раздел служат като допълнителен материал за предишните стандарти.

Раздел 6: Правила и препоръки – Технически спецификации, програмни структури и насоки за разработване на софтуер и стандарти.

Раздел 7: Образование и осведоменост – Стандартите за HL7 за пробна употреба (Standards for Trial Use – STU), както и полезни ресурси и инструменти за по-нататъшно допълване на разбирането и приемането на стандартите HL7.

Основните стандарти на HL7 са:

HL7 Версия 2, най-широко използваният стандарт за обмен на съобщения и клинична информация. Това е език за заявки към базата данни, който позволява на доставчиците на здравни услуги да изпращат съобщения, изискващи и съдържащи здравни данни.

Архитектурата на клиничните документи на HL7 версия 3 (Clinical Document Architecture – CDA), одобрена от ISO, представлява модел за обмен на клинични документи, като резюмета за освобождаване от отговорност и бележки за напредъка. Тя е стандарт за маркиране на документи (document markup standard), който определя структурата и семантиката на "клинични документи" с цел обмен между доставчици на здравни услуги и пациенти.

Функционалните модели на системата за ЕЗЗ на HL7 (Electronic Health Record System Function Model - HL7 EHR-S FM) осигуряват общи езикови параметри за разработване на системи на ЕЗЗ и техните компоненти. Функционалният модел на Личното здравно досие (ЛЗД) (Personal Health Record System Functional Model – PHR-S FM) е проект на стандарт за функции, които трябва да бъдат вградени в ЛЗД за обмен на данни между ЛЗД и ЕЗЗ. Функционалният модел на ЛЗД, стандарт 1, определя характеристиките и функциите, необходими за създаването и ефективното управление на ЛЗД и които помагат на лицето да поддържа надлъжен поглед върху неговата или нейната здравна история. Идеята е информацията от ЛЗД да може да се изпраща, получава или обменя с множество системи, включително: системи за ЕЗЗ, системи на застрахователи, системи на платци, обмен на здравна информация, системи за обществено здраве, интернет базирани сайтове за здравно образование, системи за клинични изпитвания, и/или системи за съвместни грижи.

Ресурси за бърза здравна оперативна съвместимост (Fast Healthcare Interoperability Resources – **FHIR** [16]), представляват стандартите на HL7 за пробна употреба (Draft Standard for Trial Use – DSTU), които преминаха през първия си кръг от одобрения през пролетта на 2015 г. Това е уеб-базиран език за обменен, който прави оперативно съвместимите здравни приложения по-бързи, по-прости и по-лесни за писане. Изграден е върху концепцията за ресурси – основни единици на оперативна съвместимост и модулни компоненти, които могат да бъдат сглобени в работещи системи, за да се решат клинични, административни и инфраструктурни проблеми в здравеопазването. Спецификацията е разделена на три части: обща документация, приложение и списък на ресурсите. Общата документация описва как се дефинират ресурсите и дава основен материал, включващ определения на типове данни, кодове и XML и JSON формати.

- **Стандарти по БДС за оперативна съвместимост**

Законодателството в областта на здравеопазването е доста специфично. Нормативната уредба и националното законодателство, с цел реализирането на електронното здравеопазване, като част от електронното управление след извършен подробен анализ и сравнение с приложимото на ниво Европейски съюз, са транспонирани и синхронизирани. Здравно-информационни стандарти, като необходима стъпка към изграждането на

Национална здравноинформационна система, са определени от Българския Институт по Стандартизация (БИС). Действащите стандарти в сферата на здравеопазването в България, съгласно НАРЕДБА № 11 от 4 ноември 2016 г. за утвърждаване на здравноинформационни стандарти, прилагани от лечебните заведения, са показани на следващата таблица (Таблица 1) с кратко описание.

Таблица 1: Действащите стандарти в сферата на здравеопазването в България

№	БДС №	БДС Дата	Заглавие и кратко описание
1	БДС ISO 18308:2014	2014-07-17	Информатика в здравеопазването. Изисквания за архитектура на електронно здравно досие.
2	БДС EN 13940-1:2016	2016-03-31	Информатика в здравеопазването. Система от принципи за осигуряване на непрекъснатост на здравната помощ.
3	БДС EN ISO 13606-1:2012	2012-11-20	Информатика в здравеопазването. Обмен на електронни здравни досиета. Част 1: Модел за справка (ISO 13606-1:2008).
4	БДС EN 13606-2:2007	2007-11-30	Информатика в здравеопазването. Електронен обмен на здравни досиета. Част 2: Спецификация за обмен на прототипи.
5	БДС EN 13606-3:2008	2008-10-31	Информатика в здравеопазването. Електронен обмен на здравни досиета. Част 3: Референтни прототипи и списък на термините.
6	БДС EN 13606-4:2007	2007-10-30	Информатика в здравеопазването. Електронен обмен на здравни досиета. Част 4: Сигурност.
7	БДС EN ISO 13606-5:2010	2010-05-21	Информатика в здравеопазването. Електронен обмен на здравни досиета. Част 5: Спецификация за интерфейс (ISO 13606-5:2010).
8	БДС EN ISO 12967-1:2011	2011-07-19	Информатика в здравеопазването. Структура на услугата. Част 1: От гледна точка на институцията (ISO 12967-1:2009).
9	БДС EN ISO 12967-2:2011	2011-07-19	Информатика в здравеопазването. Структура на услугата. Част 2: От гледна точка на информацията (ISO 12967-2:2009).
10	БДС EN ISO 12967-3:2011	2011-07-19	Информатика в здравеопазването. Структура на услугата. Част 3: От гледна точка на изчислението (ISO 12967-3:2009).
11	СД ISO/TS 29585:2014	2014-07-17	Информатика в здравеопазването. Използване на съхранени клинични данни.
12	СД ISO/TR 22221:2014	2014-07-17	Информатика в здравеопазването. Добри принципи и практики за съхранение на клинични данни.

2.5. Информационен модел на openEHR

Информационният модел на **openEHR** е изграден на две нива:

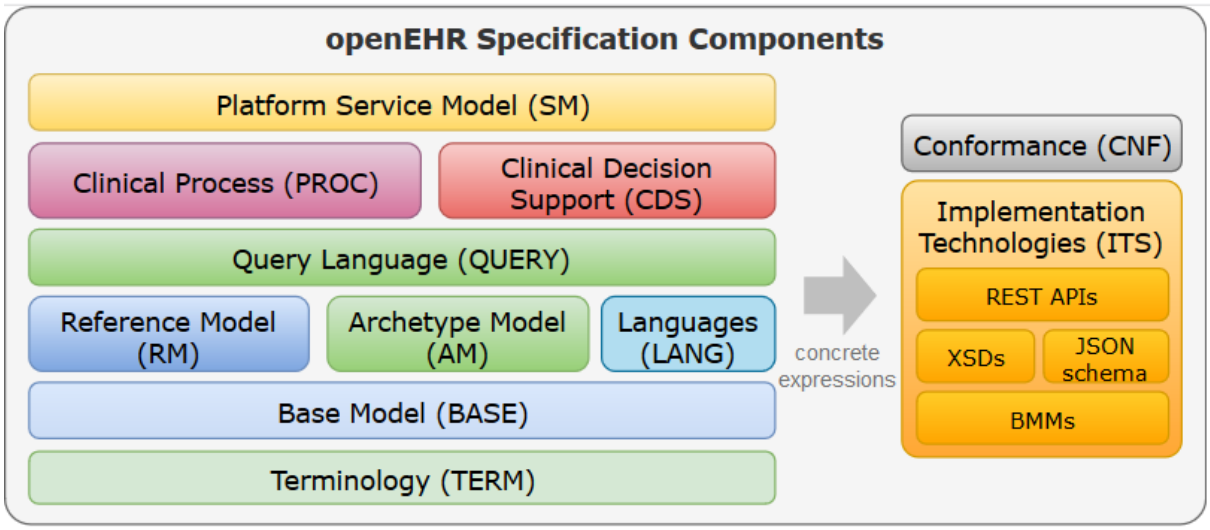
- **референтен модел** (RM)- това е: стабилен референтен информационен модел представляващ първото ниво на моделиране;
- второто ниво на моделиране се формира от дефиниции на повторно използваеми елементи на съдържанието: официални определения на точки и групи данни от клинично съдържание, под формата на **архетипи**;

Допълнително в **openEHR** се въвежда ниво на моделиране, включващо дефиниции на набор от специфични за контекста: формални определения на характерни за конкретния случай набори от данни, използвани за формуляри, документи, съобщения и т.н., създадени чрез комбиниране на необходимите елементи на съответните архетипи в **шаблони с отворени ергономични данни**.

Въвеждането на референтния модел значително намалява зависимостта на внедрените системи и данните за дефинициите на променливо съдържание, защото само това ниво на моделиране се внедрява в софтуера. В резултат на тази структура на информационния модел системите имат възможността да бъдат много по-малки и по-удобни за обслужване от системите с "едно ниво", където всички семантики се изразяват в един модел (обикновено модел на UML клас или DB схема). Системите, базиращи се на архетипи, също са само приспособяващи се, тъй като те са създадени, за да консумират архетипи и шаблони, които могат да се променят в бъдеще.

2.5.1. Описание на информационния модел

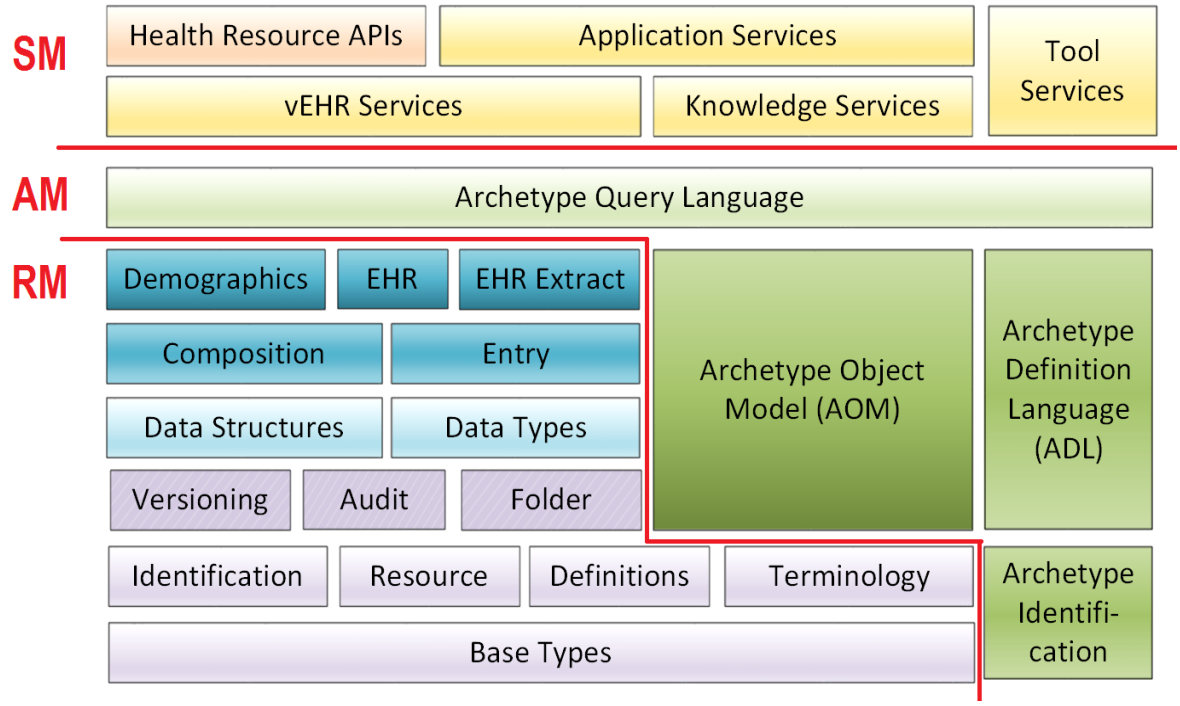
openEHR - https://www.openEHR.org/ е технология, спецификация (https://specifications.openehr.org/) и отворен стандарт (Фигура 3) в здравната информатика, който описва управлението и съхранението, извличането и обмена на здравни записи в електронните здравни записи (ЕЗЗ). Тази спецификация е със свободен лиценз и независим от доставчици и разработчици на IT софтуер и услуги и се разработва и поддържа от базираната във Великобритания неправителствена организацията с нестопанска цел openEHR Foundation. Тя има сходство със стандартите за електронни здравни записи Health Level 7 и EN/ISO 13606, като openEHR електронни здравни записи могат да бъдат трансформирани по стандартите на Health Level 7 и EN/ISO 13606.



Фигура 3: Компоненти на openEHR спецификацията [17]

2.5.2. Структура на моделите в openEHR

Архитектурата на openEHR използва следните (Фигура 4) логически модели за йерархично групиране на компонентите в здравните записи:

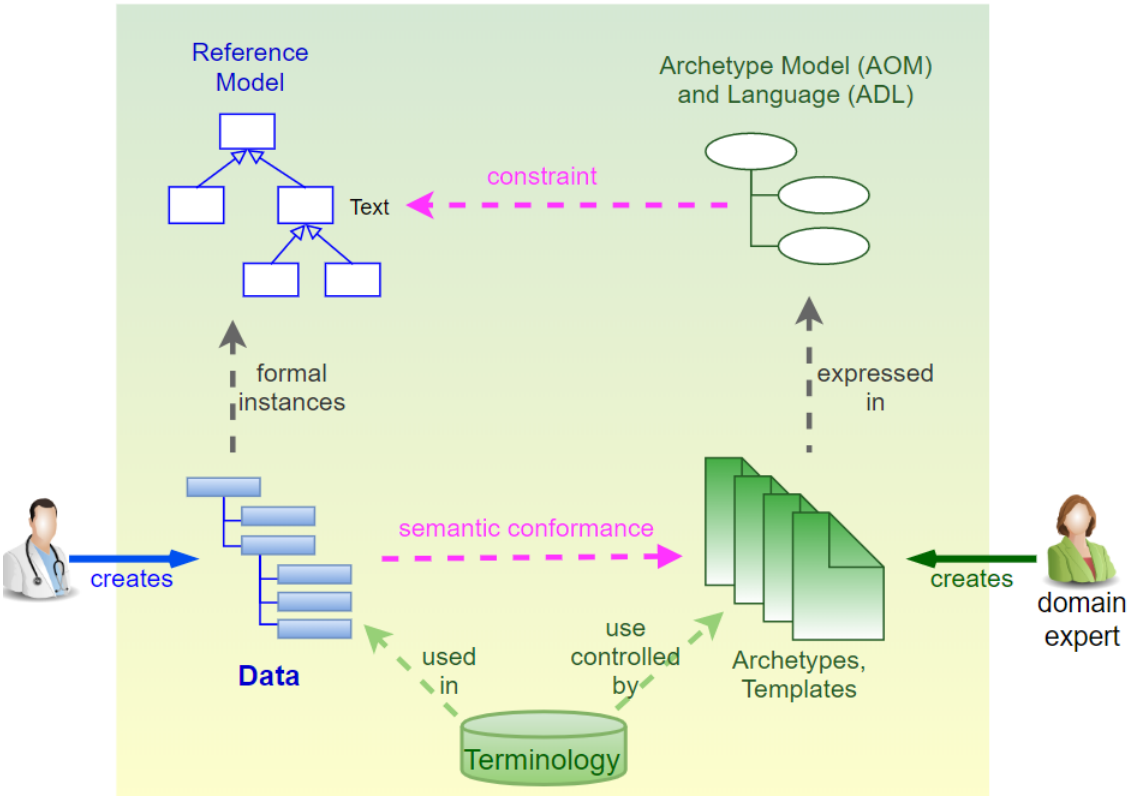


Фигура 4: Блок диаграма на компонентите на openEHR групирани по модел [2]

- Модел на услугите (Platform Service Model SM) – В тази модел се групират различните услуги, които могат да комуникират помежду си.
- Архетипен модел (Archetype Model AM) – В този логически модел се групират методите, технологиите и езиците за създаване, обработка и управление на архетипи, като
  - ADL (Archetype Definition Language) – XML подобен език използван за създаване и описване на архетипи

- AOM (Archetype Object Model) – Обектно ориентиран софтуерен модел за структуриране на архетипи в електронен здравен запис
- AQL (Archetype Query Language) – Език за заявки за извличане на информация от електронни здравни записи
- OPT (Operational Template – Оперативен темплейт) – Технически артефакт създаден чрез комбиниране на един или повече архетипи и метаданни, готов за използване от технология или софтуер, който отговаря на openEHR спецификацията. Оперативните темплейти могат да бъдат създавани на описателните езици ADL, JSON, XML и YAML.

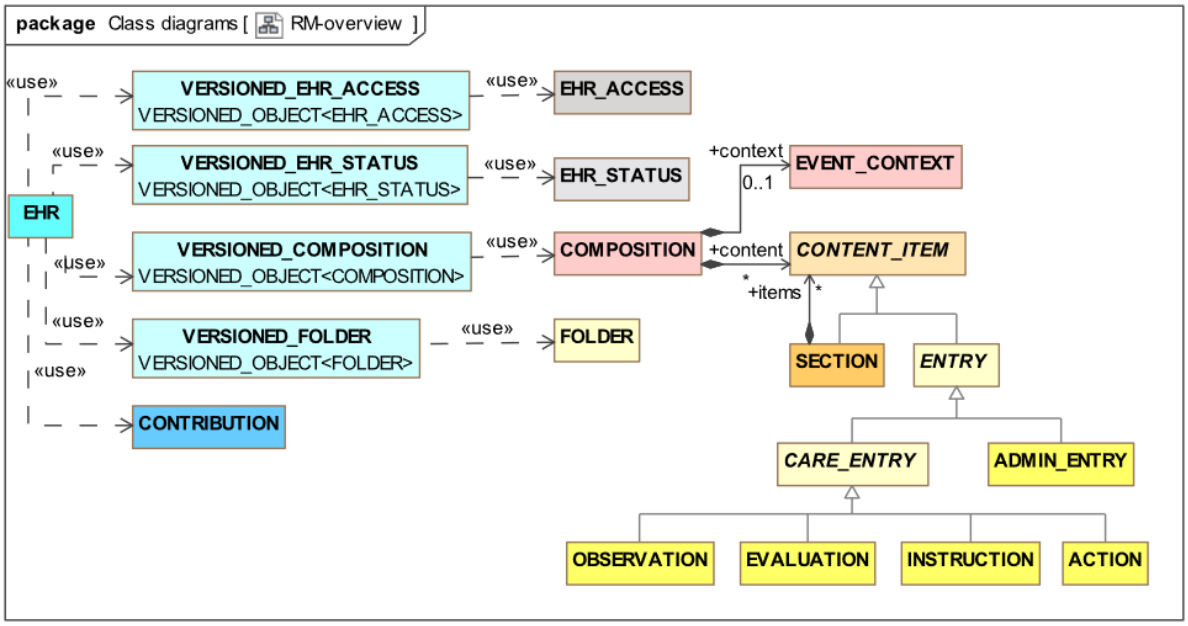
- Референтен модел (Reference Model RM) (Фигура 5) – Обектно ориентиран модел проектиран да представлява най-основните свойства и структури на всеки електронен здравен запис и връзките между тях



Фигура 5: Дуалност на информационния модел в openEHR [2]

2.5.3. Електронен здравен запис (EHR) в референтен модел на openEHR:

EHR (Фигура 6) е основен обект в референтния модел на openEHR, в който се записват всички здравни записи свързани с един субект /пациент/.



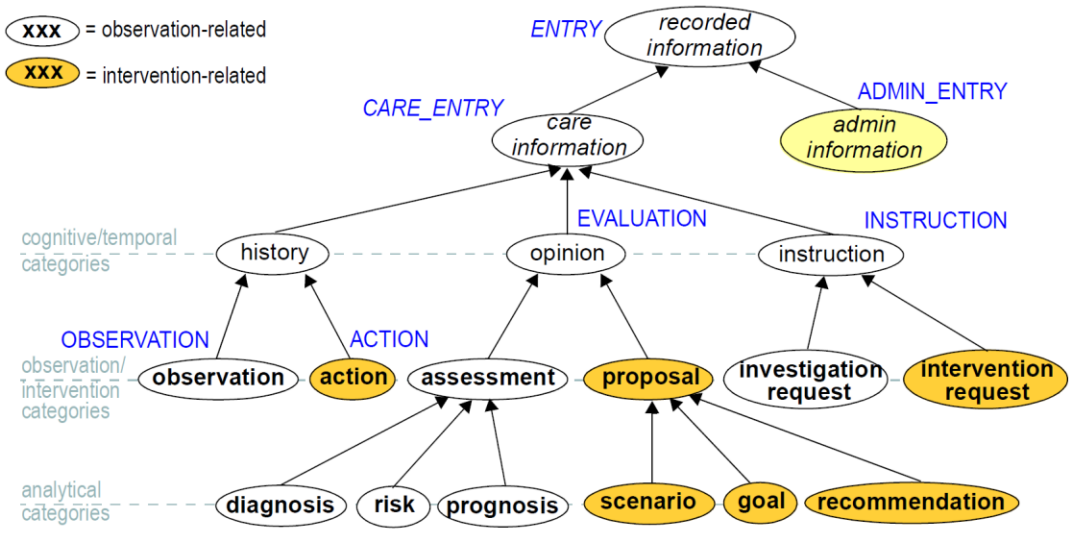
Фигура 6: Диаграма на обект EHR от референтния модел в openEHR [2]

Елементите на EHR обекта са следните:

- *EHR*: това е основният базов обект, който съдържа уникален пациентски идентификатор.
- *EHR_access (versioned)*: Обект, съдържащ настройките за достъп до обектите;
- *EHR_status (versioned)*: Обект, съдържащ статистическа или контролна информация;
- *Directory (versioned)*: Обект по избор, позволяващ групиране на обектите в папки с йерархична структура;
- *Compositions /Композиция/ (versioned)*: Обект, съдържащ всички клинични и административни записи за целият EHR обект. Членове на композицията /COMPOSITION/ са обектите EVENT_CONTEXT и CONTENT_ITEM. Членове на обекта CONTENT_ITEM са обектите SECTION и ENTRY.
- *Contributions*: Обект, съдържащ всички записи и промените по тях. При промяна на даден запис, предходният не се изтрива, а се създава нов запис с по-голям номер на версията.

2.5.4. Обекти от тип ENTRY в референтния модел на openEHR:

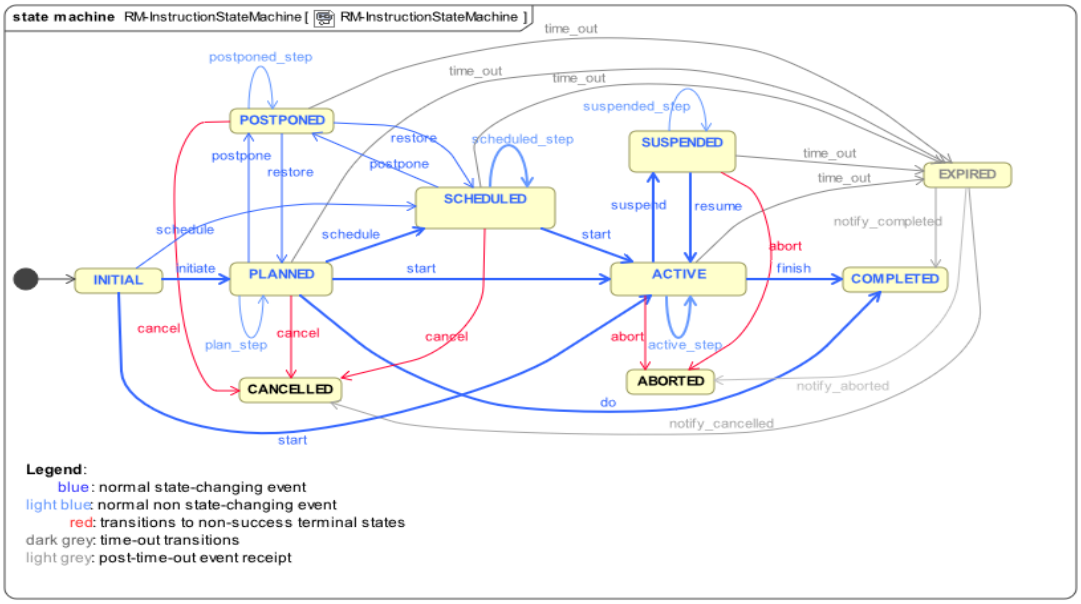
В обект от тип ENTRY в референтния модел на openEHR (Фигура 7) се дефинират различните видове клинични документи към електронните здравни записи и техните свойства.



Фигура 7: Диаграма на обект ENTRY от референтния модел в openEHR [17]

Към него принадлежат обектите ADMIN_ENTRY, в който се записват административни данни /напр. идентификатор на лице създало записа и др. детайли/ и CARE_ENTRY, в който се записват клиничните данни чрез архетипи в някой от следните производни класове:

- OBSERVATION – Съдържа данни за клинични записи, които са се случили в миналото или в настоящето да момента на записа - напр. измерванията показатели при преглед /кръвно налягане, кръвна захар/ или събития докладвани от пациента – болка, безсъние и др.
- EVALUATION – Съдържа данни за оценка на състоянието на пациента в настоящ момент.
- INSTRUCTION – Съдържа инструкции към пациента или здравни работници за действия, които трябва да бъдат предприети в бъдещето след създаване на записа.
- ACTION (Фигура 8) – Съдържа информация за документиране на проведени действия в миналото с възможност за дефиниране и проследяване на потока на действията и резултата от тях.



Фигура 8: Поток на събитията при обект тип ACTION [17]

2.6. EHRServer - софтуерна платформа за управление на Е33

EHRServer е софтуерна платформа за създаване, управление, съхранение и извличане на електронни здравни записи, отговарящи на openEHR спецификациите. EHRServer е софтуер с отворен код и свободен за копиране, преработка и употреба лиценз разработен от Pablo Pazos Gutiérrez [18]

2.6.1. Основни термини и понятия в EHRServer.

- Organization - Организация – логическа организация, със собствени потребители, здравни записи и темплейти. В реалния живот отговаря на здравно заведение или отделение.
- User – Потребител – Потребител на системата с парола и права за достъп.
- Roles – Роли – Групи от права за достъп.
- Subject – Субект – Идентификатор за физическо лице /пациент/, за който се създават и съхраняват клинични записи. Основен принцип е в EHRServer да се съхранява информация само за идентификатор на субект, а личните данни /име, ЕГН и др./ да се съхраняват на друг сървър или платформа с цел защита на лични данни.
- Health Record – Здравен запис – основен здравен запис в EHRServer, в който се съхраняват всички клинични записи за един субект в една организация. Отговаря на класа HER от референтния.
- Contribution – Контрибуция – Набор от 1 или няколко композиции от клинични записи, които се подават и записват едновременно в EHRServer.

- Composition – Композиция от данни за клиничен запис във формат, дефиниран от оперативен темплейт.
- Version – Версия на клиничния запис. При промяна или актуализация на клинични данни, старите и неактуални данни не се изтриват, а се създава нов запис с по-голям номер на версия.
- Operational template OPT – Оперативен темплейт съгласно openEHR спецификацията.
- Archetype – Архетип обект съгласно openEHR спецификацията.

2.6.2. Основни компоненти на EHRServer.

EHRServer е платформа за управление и обмен на клинични данни [19]. Това е безплатен софтуер с отворен код и съдържа хранилище на информационни компоненти на ЕЗЗ, съвместими със спецификацията на openEHR. Допълнително тази платформа поддържа мощен RESTful приложен програмен интерфейс и Административна уеб конзола за управление и изготвяне на отчети на ЕЗЗ.

2.6.2.1. Хранилище на ЕЗЗ.

openEHR е отворена и свободно достъпна спецификация, напълно независима и независима от технологията на базата данни. На практика потребителите на openEHR разполагат със средства да дефинират и споделят отворени, неутрални за доставчици клинични информационни компоненти, като например архетипи и шаблони. Тези компоненти могат да бъдат консумирани, запазени и запитвани от различни технологични пакети, стига да се придържат към спецификациите openEHR. Това позволява информацията от базата от данни да бъде прозрачна, отворена за независима проверка и лесно споделена в съответствие с принципите на базите данни за развитието на клиничното познание.

По този начин едни и същи архетипи и шаблони, изтотвени по спецификацията на openEHR, могат да се съхраняват в различни релационни или нерелационни бази от данни, за които Grails framework има разработен адаптор за създаване на връзка. Такива бази от данни могат да са реализирани на локален сървър или в облачното пространство [19]. EHRServer [20] препоръчват за съхранение на данните да се използва релационната СУБД MySQL, а също и SQL Server, PostgresSQL или MongoDB.

2.6.2.2. REST API за достъп и модификация на ЕЗЗ

Намира се на адрес **`ehr/api/v1`** на сървъра и порта на EHRServer и обработва GET и POST HTTP заявки от клиенти като връща форматирани **`json`**, **`xml`** или **`html`** данни (Таблица 2)

Таблица 2 REST API на EHRServer

Заявка	Входни параметри	Получава данни тип или пример	Описание
POST /login	username; password; organization	Токен за оторизация напр "token": "eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9..."	Получаване на токен за оторизация при правилни потребител, парола и организация
GET /organizations	format: формат:xml или json	"uid": "4f9cfbe4-8cdd-43fc-b0de-5544305fcdd5", "name": "Hospital CaboLabs", "number": "186456"	Връща списък с активните организации за потребител
GET /users/$username	format: формат:xml или json	"uid": "4f9cfbe4-8cdd-43fc-b0de-5544305fcdd5", "name": "Hospital CaboLabs", "number": "186456" "uid": "4ea72e8c-9707-4e1e-8acc-9e10e61b2037", "name": "Clinic Max Health", "number": "567895"	Получа детайли за потребител $username
POST /users	username: email: format: формат:xml или json	"username": "petko", "email": az@petko.info" "organizations "uid": "67559293-738c-4597-b1b0-68b6da0d8f32", "name": "Hospital Better Health" "number": "456789"	Създаване на нов потребител в съществуващата организация
GET /ehrs	max:максимален брой записи offset:отместване format: формат:xml или json	ehrs": "uid": "11111111-1111-1111-1111-111111111111", "dateCreated": "20151125T015252,000+0000", "subjectUid": "11111111-1111-1111-1111-111111111111", "systemId":CABOLABS_EHR_SERVER" "organizationUid": "cd69aa7c-0a11-46db-89c8-64435615536f"	Получава списък със здравните записи за текущата организация

GET /ehrs/$uid	format: формат:xml или json uid:параметър или URL	"uid": "22222222-1111-1111-1111-111111111111", "dateCreated": "20151125T015252,000+0000","subjectUid": "22222222-1111-1111-1111-111111111111", "systemId":"CABOLABS_EHR_SERVER", "organizationUid": "cd69aa7c-0a11-46db-89c8-64435615536f"	Получава информация за здравен запис с идентификатор /$uid
GET /ehrs/subjectUid/$subjectUid	format: формат:xml или json	"uid": "22222222-1111-1111-1111-111111111111", "dateCreated": "20151125T015252,000+0000", "subjectUid": "22222222-1111-1111-1111-111111111111","systemId": "CABOLABS_EHR_SERVER","organizationUid": "cd69aa7c-0a11-46db-89c8-64435615536f"	Получава идентификатор на здравен запис за пациент с външен идентификатор UID
POST /ehrs	format: формат:xml или json uid:по желание ИД subjectUid: външен ИД	"uid": "42d7477c-6d01-42cf-ac35-9560f25d6ff1", "dateCreated": "2016-11-26 22:58:53", subjectUid": "327e3a5d-dd5c-4158-88e9-a77072a5d3ce","systemId": "CABOLABS_EHR_SERVER", "organizationUid": "77cfcb26-b9b2-4fdd-9413-14bdbaab0218"	Създава здравен запис за пациент с външен идентификатор $subjectUid
GET /ehrs/$ehrUid /contributions	max:максимален брой записи offset:отместване format: формат:xml или json ehrUid:задължително ИД на здравензапис from:начална датаууууMMdd to:крайна дата ууууMMdd	"uid": "30de11b0-7ff8-440e-83e5-dec2a1206709 "organizationUid": "a82201e7-f197-4fe3-8d37-8e1fe6b33dc4", "ehrUid": "11111111-1111-1111-1111-111111111111 "versions": "6f06e7f5-eccf-4e40-b7a3-9018ccaf0199::EMR::1"	Получава информация и детайли за контрибуциите към електронен здравен запис

		"audit": timeCommitted": "2016-06-25 06:47:37", "systemId": "EMR", "committer": { "namespace": "local", "type": PERSON", "value": "1324566", "name": "Dr. Petko"	
GET /compositions	max:максимален брой записи offset:отместване format: формат:xml или json ehrUid:задължителн о ИД на здравензапис from:начална датаууууMMdd to:крайна дата ууууMMdd archetypeId:ИД на архетип category: “persistent” или “event”	"result": "uid": "0f78e043-aa09-4212-9669-fcef0adaf470", "category": "event", "startTime": "2016-06-25 07:29:28", subjectId": "11111111-1111-1111-1111-111111111111", "ehrUid": "11111111-1111-1111-1111-111111111111", "templateId": "Signos", "archetypeId": "openEHR-EHR-COMPOSITION.signos.v1", "lastVersion": true,	Получава списък с композициите от електронни здравни записи за определен ehrUid
GET /compositions/ $uid	format: формат:xml,json или html Uid:задължително ИД на здравен запис		Получава детайли за композиция от клинични записи за здравен запис с идентификатор $uid
POST /ehrs/$ehrUid /compositions	ehrUid (in URL) ИД на здравен запис auditCommitter: име на потребител или система		Записва композиция от клинични записи за здравен запис с идентификатор $uid
GET /queries	max:максимален брой записи offset:отместване format: формат:xml или json		Получава списък с готовите заявки създадени на EHRServer
GET /queries/$queryUid	format: формат:xml или json		Получава детайли за готова заявка създадена на EHRServer
GET /queries/ $queryUid/execute	organizationUid: retrieveData:true или празно format: формат:xml или json ehrUid: ИД на		Изпълнява на сървъра готова заявка $queryUid и получава

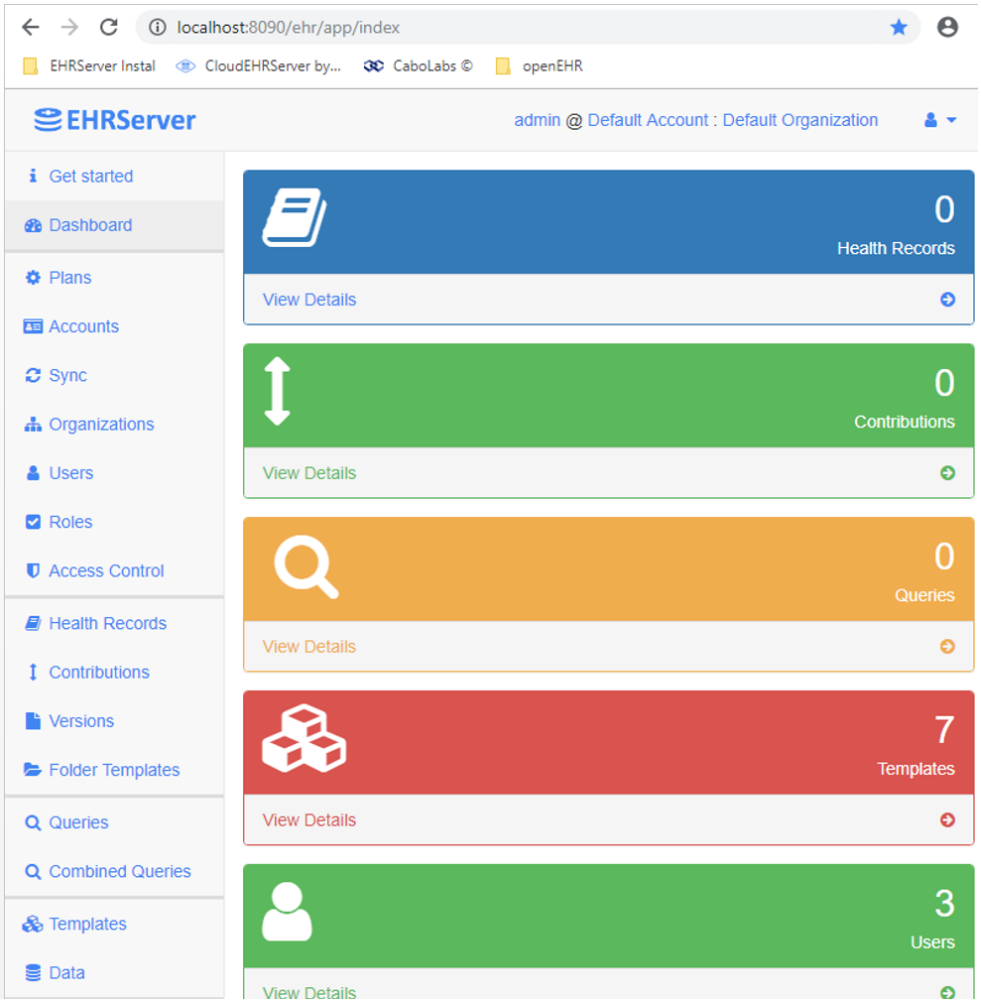
	здравен запис или празно за всички group: “none”, “composition” или “path” fromDate:начална датаyyyyMMdd toDate:крайна дата yyyyMMdd composerUid:ИД Автор composerName:Име автор		резултата от изпълнението
GET /ehrs/$ehrUid/ compositions/$compositionUid/checkout	format: формат:xml или json uid:по желание ИД ehrUid (in URL) ИД на здравензапис compositionUid (in URL):ИД на композиция от клинични записи		Получава последната версия на запис на композиция от клинични записи за здравен запис с идентификатор $uid с цел създаване на нова версия при промяна и др.
GET /templates	format: формат:xml или json		Получава списък с оперативните темплейти, достъпни за дадения потребител (само метаданни)
GET /templates/$uid	Uid:ИД на опертивен темплейт		Връща инстанцията на оперативен темплейт във формат xml

2.6.2.3. Административно уеб приложение към EHRServer

Намира се на адрес **`ehr/`** на сървъра и порта на EHRServer и дава достъп до удобен web интерфейс (Фигура 9), оптимизиран и за мобилни устройства за администриране и одит на EHRServer. Чрез web конзола могат да се изпълняват следните административни и други дейности на EHRServer:

- Създаване и администрация на сметки/планове и логически организации.
- Създаване и администрация на клъстери от сървъри и синхронизацията им.
- Създаване и администрация на потребители, роли и права за достъп.
- Създаване и администрация на ЕЗЗ/EHR/ за пациенти и преглед на въведените в тях контрибуции, версии и папки.

- Създаване и администрация на единични и комбинирани заявки за извличане на заявки за извличане на информация.
- Качване и администрация на оперативни темплейти и зареждането и индексирането им в работещи инстанции на EHRServer.
- Преглед и индексация на въведените данни в базата данни.
- Преглед на логове на системата и предупреждения.



Фигура 9: Изглед на web console интерфейс на EHRServer

3. Компютърно моделиране на електронен здравен запис за рецепта

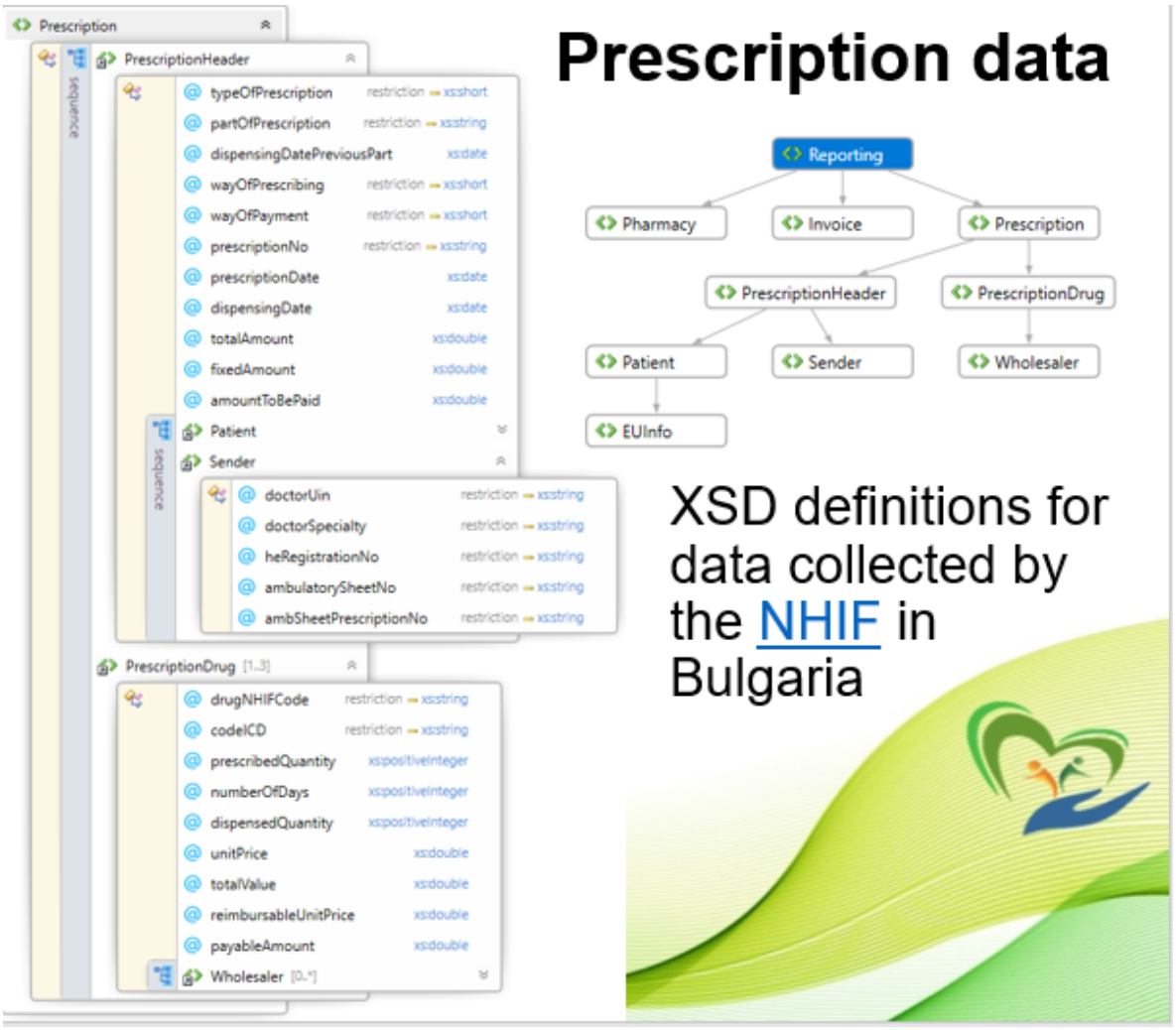
3.1. Моделиране и разработка на архетипи и оперативен темплейт

Моделирането и софтуерната реализация на архетипи и оперативни темплейти трудно могат да се осъществят без помощни програми. Архетипите се описват с ADL (Archetype Definition Language), XML подобен език, а оперативните темплейти са XML документи, изготвени в съответствие с XSD модел **`http://schemas.openehr.org/v1`**.

- Archetype Editor [21] – MS Windows базиран софтуер за дизайн и разработка на архетипи http://downloads.oceaninformatics.com/downloads/ArchetypeEditor/
- Template Designer [22] – MS Windows базиран софтуер за дизайн и разработка на operational template http://downloads.oceaninformatics.com/downloads/TemplateDesigner/
- Clinical Knowledge Manager [5] – Web базирано приложение за съвместна разработка, управление и публикуване на широк набор от архетипи, темплейти и свързани с тях ресурси https://ckm.openEHR.org/ckm/

3.2. Анализ на формата и изискванията на НЗОК

В дипломната работа използваме модела на данни, публикуван от НЗОК за формата на XML файловете за отчитане на исковете на аптеките-договорни партньори на НЗОК - в сила от 01.04.2019 г. [23]. След обработка и анализ на тези данни извличаме структурата, имената и свойствата на елементите с цел създаване на архетип със същата структура (Фигура 10)



Фигура 10: XSD Дефиниции за данните събиран на НЗОК [24]

3.3. Разработка на архетип за електронна рецепта

При дизайн и разработка на архетипи и оперативни темплейти се цели с помощта на ADL и средата за разработка да се моделират точно, атомирано и детайлно всички възможни данни с подходящ тип, така че да съответстват на реалната обстановка. Където е възможно данните трябва да се валидират. Например всички изброими и количествени данни трябва да са положителни числа и да не може да се въвеждат отрицателни, за всеки елемент да се дефинира минимален и максимален брой повторяемост. При моделирането на архетипи се придържаме към принципите и дефинициите за архетипи [25], които са част от спецификацията на openEHR като използваме методология за дизайн на архетипи и оперативни темплейти, представена в следната секция. От медицинска гледна точка, електронната рецепта представлява част от терапията, назначена от лекаря, и по тази причина архетипите за Електронна рецепта се представят с тип INSTRUCTION от Референтния модел на openEHR [2] .

3.3.1. Методология за моделиране на архетипи

Следната методология за моделиране на архетипи (AMM) определя общите фази и добрите практики, които трябва да следват разработване на архетипи. Методологията обхваща и два основни аспекта за успеха на развитието на архетипа: изборът на група от хора, участващи в процеса на моделиране, и необходимостта от използване на насоки за проектиране, за да се гарантира последователността на резултатите.

Формиране на работна група

Успехът на моделирането на архетипа зависи от групата участници в процеса. Архетипите могат да обслужват множество различни здравни специалитети. Добрият дизайнерски екип за моделиране на архетипи трябва да включва поне здравни специалисти с познания в различни области на употреба, експерти в клиничната област и терминология, както и технически специалисти, които са запознати с RM. Следните членове трябва да бъдат част от група за моделиране на архетип:

- **Ръководител на екипа**. Отговорник за координирането на работата на екипа отговоря за управлението на процеса на моделиране на архетипа. За предпочитане ръководителят на групата трябва да има клиничен профил, също така някои технически умения и познания за развитието на архетипа процес. Моделирането на архетипи изисква постигане на консенсус и хармонизиране на различните потребности и мнения. Ръководителят на групата взима решения при възникване на спор между членове на екипа, за да се улесни постигане на съгласие между тях.
- **Клинични експерти.** Те са основните отговорници за предоставяне на информация към процеса на моделиране. Те трябва да определят обхвата на архетипа, за събиране на изисквания за информация, за документиране на използваните източници на знания и референции, както и да избира информацията елементи, които трябва да бъдат включени в архетипа. В допълнение, те решават структурната организация на информационните елементи и приложимостта на ограничения.
- **Експерти по терминология**. По избор, експертите по терминология осигуряват входящи данни свързани с използването на терминология в комбинация с архетипи. Те отговарят за определянето на семантичната връзка между структурата на архетипа и терминологичните кодове. В допълнение терминологичните експерти отговарят за определянето на използваните стойности на кодираните информационни елементи.
- **Технически експерти**. По избор, технически експерти с опит в него могат да участват стандартите на ЕЗЗ и прилагането на системите на ЕЗЗ процеса на

моделиране. Техническите експерти предоставят информация за съществуващите информационни системи. Те също така дават съвети за трудности или възможни ограничения за прилагането на архетипите, използване на специфичен RM и могат да разработят окончателно формално спецификация на архетипите.

- **Мултидисциплинарен екип от клиницисти**. Освен това, мултидисциплинарна група от клиницисти от различни области на знанието трябва да си сътрудничи с работната група. Те подкрепят информацията, процеса на събиране и процеса на оценка на получените резултати архетипи, въпреки че те не могат да участват пряко в процеса на моделиране.

Избор на референтен модел (RM)

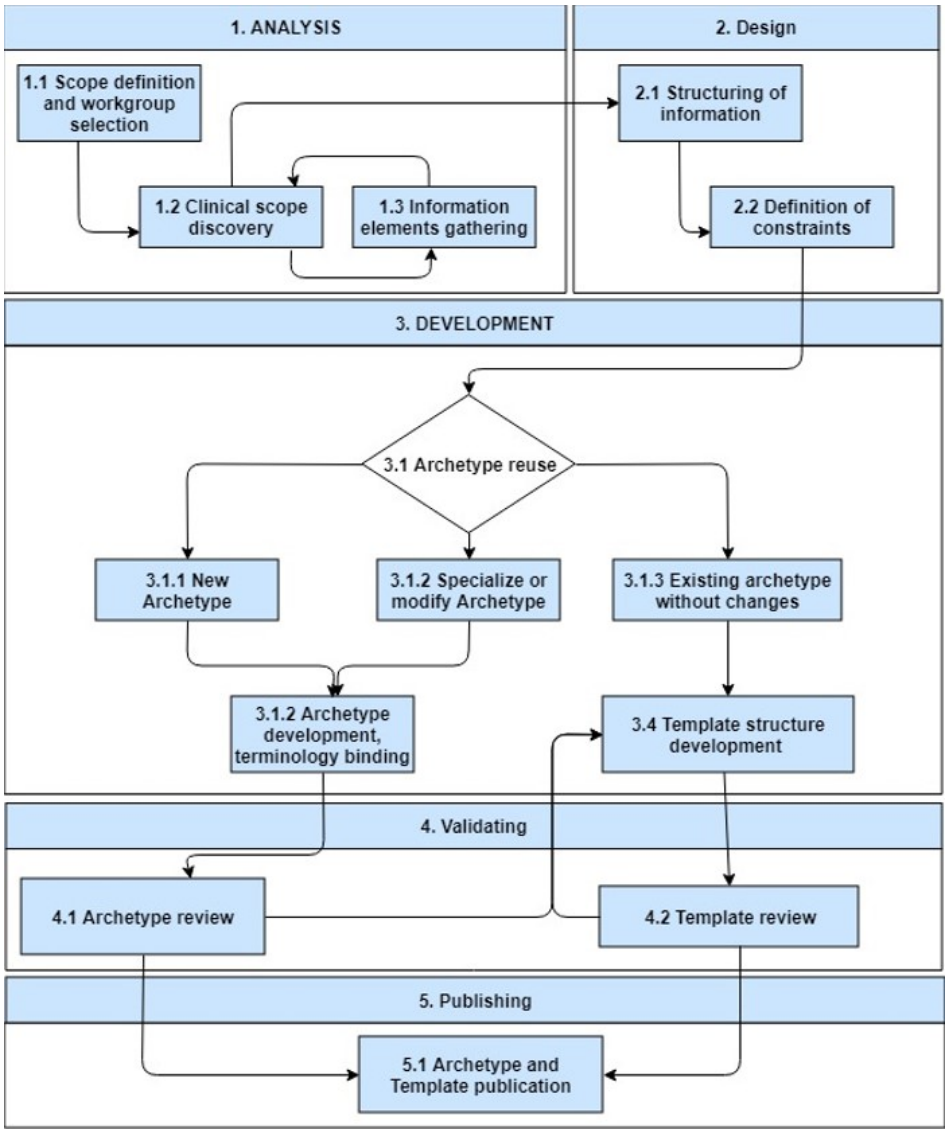
За да се работи с архетипи, е важно да се избере RM, който ще бъде основата за тяхното определяне. Само ISO 13606 и openEHR работят непосредствено с архетипи. Доказана е възможността за прилагане на методологията с двойния модел към други стандарти, като HL7 CDA. Всеки от PM има своя собствена техническа характеристика и обхват. Нуждите на работния сценарий трябва да се проучат, за да се избере най-подходящият стандарт за всеки отделен случай. Възможно е обаче RM да е вече решен от местни нормативни или организационни разпоредби.

Указания за проектиране

Насоките за проектиране описват общите правила, най-добрите практики и общи споразумения за осигуряване на последователно развитие на архетипите на национално, регионално или организационно ниво. Указанията за моделиране на архетип определят общите правила за това как да се именуват възлите от архетипи, как да се създадат често използвани структури от данни или как да се използва предпочитаната референтна терминология. Насоките могат също да описват политиката да се постигне консенсус при разработването на архетипи. В допълнение, използването на подходящи инструменти като редактори на архетипи [21] може да подпомогне процеса на създаване на архетипите и да улесни постигане на добри резултати от моделиране. Следните насоки за проектиране улесняват поддържането, повторното използване и оперативната съвместимост на архетипите в по-широк контекст. Ръководителят на групата отговаря за разработването на нови насоки или избиране на съществуващи. Членове на работната група трябва да са запознати с насоките, преди да определят архетипите.

Фази на методологията

Разглеждаме методология от 5 фази, които обхващат процеса на моделиране на архетипи, от анализа на изискванията до публикуването на резултат архетипи (виж фиг. 11).

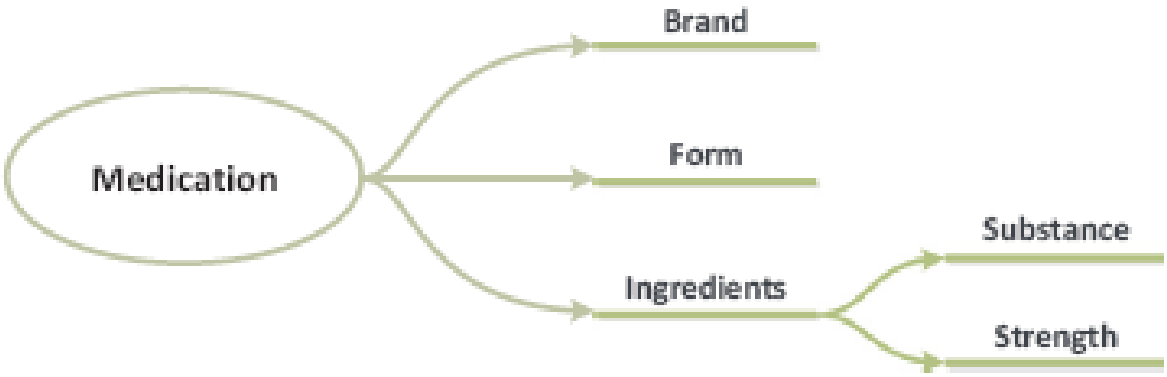


Фигура 11: Алгоритъм за разработка на архетип [26]

Фазите са анализ, дизайн, разработване, валидиране и публикуване. Фазите се разделят на дейности. Всяка дейност включва описание на задачите, необходимите входни данни, очаквани резултати, използваните инструменти и участниците. Необходимият специализиран софтуер е редактор на архетип, който улеснява фаза на прилагане на архетип.

Фаза 1. Анализ

Процесът на моделиране започва, когато инициаторът на проекта, обикновено здравна професионална или организация, изисква изграждане на архетипи за представяне на информацията, използвана или регистрирана в конкретен домейн. Целта на Фазата на анализ е да се разграничат обхвата, изискванията и случаите на употреба на клиничната област, която ще бъде моделирана. Допълнителна цел е да идентифицират участващите груби клинични концепции и се събират релевантно информация за фазата на проектиране. Фигура 12 показва опростен пример на резултатите от тази фаза на анализ под формата на карта на ума представяне на информация за лекарства.



Фигура 12: Изграждане връзки между набор от концепции и информационни елементи [25]

Дейност 1.1. Определяне на обхвата и избор на работна група

o *Входни данни*: Искане за моделиране на клинична информация в конкретен домейн.

o *Изходни данни (резултати):* Първоначален документ за анализ. Тя включва поне обхвата на работата, очакваните употреби на информацията, участниците, информационни системи и настройки, както и списък на членовете на работната група.

o *Описание на дейността*: Първата задача е определението на точен обхват на архетипите. Ограничен обхват може да доведе до набор на архетипи, които могат да се използват само при много конкретен сценарий. В чужбина обхватът може да завърши с голям набор от архетипи, дефинирани едновременно, пречи на цялостния процес на дефиниране. Инициаторът на проекта и ръководителят на екипа по моделиране трябва да определят точно границите на обхвата и потребителските случаи. След това членовете на работната група се подбират на мултидисциплинарен принцип. Най-важно е присъствието на експерти от приложната област , както и експерти от други области, които могат да предложат нови перспективи пред разглеждания проблем. Накрая се изработва първи списък с информационни системи и описания на архетипите.

o *Участници*: Инициатор на проекта, ръководител на екипа.

o *Инструменти*: Текстов редактор.

Дейност 1.2. Откриване на клинични концепции

o *Входни данни*: Документ с анализ на обхвата, изисквания и използването на случаи за архетипите.

o *Изходни данни (резултати):* Документирайте списъка с клинични концепции, включени в сценариите на потребителските случаи, включително името на всяка клинична концепция, и кратко описание.

o *Описание на дейността*: Целта е да се предостави име и описват всички клинични понятия, които са приложими за всяка употреба случай. Клиничните концепции са общи групи от свързана информация, включени в моделираните сценарии на употреба. Не е нужно да има едно-към-едно съвпадение с архетипите, проектирани в следващата фаза, която може да бъде

повлияна от вътрешната архитектура на избрания RM. Потенциално могат да бъдат извлечени множество архетипи от единна концепция по време на фазата на проектиране. Наборът от идентифицирани клинични концепции трябва да покрива пълния обхват и изисквания, определени в дейност 1.1.

o *Участници*: ръководител на екип, клинични експерти.

o *Инструменти*: текстов редактор, електронна таблица, диаграма на концепции.

Дейност 1.3. Събиране на информационни елементи

o *Входни данни*: Документ със списъка на клиничните концепции.

o *Изходни данни (резултати):* Документ със списъка на свързаните информационни елементи на всяка клинична концепция.

o *Описание на дейността*: Целта на тази дейност е да събира списъка с конкретни информационни елементи, свързани с всеки от тях клинична концепция. Информационните елементи са атомни клинични данни елементи, регистрирани в ЕЗЗ или използвани в моделирания сценарий. Знанията и опитът на клиничните експерти са от съществено значение за анализиране на съществуваща документация, библиография, формуляри за въвеждане на данни, обмен на данни съобщения, структури от данни (бази данни, информационни системи, и т.н.), свързани с обхвата на всяка клинична концепция. Те имат да реши кои данни са необходими на различни нива на здравеопазване (първична медицинска помощ, специализирани грижи, спешни грижи, клинични изследвания, и т.н.), или поискани от различни потребители или роли (клиницисти, медицински сестри, изследователи, административен персонал и др.). Резултатът ще бъде колекция на информационни елементи, които ще бъдат част от дефиницията на архетипа.

o *Участници*: ръководител на група, клинични експерти.

o *Инструменти*: Библиография, документация на съществуващите информационни системи, текстов редактор, електронна таблица, диаграми.

Archetype description					
Name	Medication				
Description	Information about a medication				
Recommended use	Used together with medication prescription and administration instructions				
Leader					
Participants					

Archetype design					
Information element	Description	Mandatory	Repeteable	Class/Data type	Domain
Medication name	Commercial brand	Yes	No	Free or coded text	
Generic name		Yes	No	Coded value	SNOMED CT
Form	Presentation. E.g. tablets	Yes	No	Coded value	SNOMED CT
Active ingredients	Add one group per each ingredient	No	1..*	Organizer	
Substance name		No	No	Free or coded text	
Strength		No	No	Physical quantity	>0, UCUM
Additional details		No	No	Free text	

Фигура 13: Пример за таблица за модел, създаден по време на Фаза 2 [25]

Фаза 2. Дизайн

След като обхватът на процеса на моделиране е ясен и клиничните концепции и свързаните с тях информационни елементи са идентифицирани, информацията трябва да се организира и структурира. Ограниченията върху стойностите на данните също трябва да се дефинират. Фигура 13 показва опростената таблица на дизайна на архетип на лекарства.

Дейност 2.1. Информационно структуриране

o *Входни данни*: Документ със списък на клиничните концепции и информационни елементи.

o *Изходни данни (резултати):* Документ с архитектурен дизайн на архетипа.

o *Описание на дейността*: Обобщение на информационните елементи, необходими за създаване на смислени архетипи. Обобщението на информационните елементи може да съответства или не на първоначално идентифицираната клинична концепции. Например две различни клинични концепции не могат да имат много смисъл като самостоятелни архетипи и могат да бъдат моделирани като част от същия архетип. Всеки проектиран архетип ще има име, предназначение, списък на включените информационни елементи и описание на това как са структурирани и организирани тези елементи. Препоръчва се, без да е задължително, това да се извършва колкото е възможно повече в съответствие с RM, избран за окончателното изпълнение. Всеки RM налага основна структура за данните с определен смисъл и цел. Например, ISO 13606 дефинира Compositions, Sections, Entries, Clusters и Elements като основни градивни елементи на информационните структури. Структурите на данните трябва да бъдат в съответствие с основния RM. Също така е възможно да се проектира архетипа като прототип (параметризиран), без да се посочват класове от RM, а конкретните RM структурите да се включат по време на следващата фаза на разработка на архетипа. Резултатите на дейността ще бъдат отправна точка за изграждане на окончателния вид на архетипите.

o *Участници*: ръководител на екип, клинични експерти.

o *Инструменти*: текстов редактор, електронна таблица, диаграми.

Дейност 2.2. Дефиниция на ограничение

o *Входни данни*: Документ със структурен дизайн на архетипа.

o *Изходни данни (резултати)*: Документ с пълните спецификации на проектирания архетип, включително ограничения на данните за всеки информационен елемент.

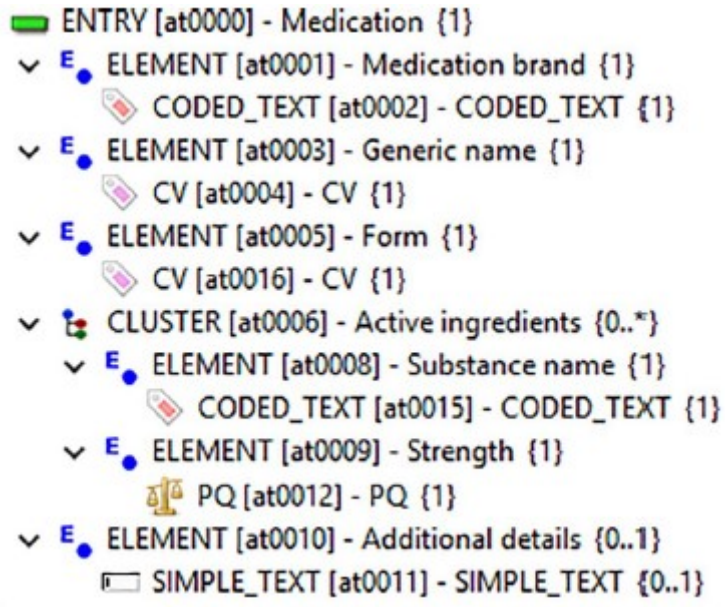
o *Описание на дейността*: Структурата на архетипа е усъвършенствана с включената информация за ограниченията на връзките между информационните обекти като брой на включените инстанции, вид на връзките или тип на данни за всеки елемент. Посочват се и ограниченията на данните, приложими към стойностите на данните: интервали на валидност за числови стойности, валидни алтернативи или фиксирани стойности за текстове и стойности на низове или списъци с терминология, които могат да се използват за записване на данни за кодирани стойности. Ограниченията и класовете на основния RM трябва да определят например типовете данни на всеки информационен елемент.

o *Участници*: ръководител на група, клинични експерти.

o *Инструменти*: текстов редактор, електронна таблица, диаграми.

Фаза 3. Разработка

Фазата на разработка е фокусирана върху създаването на действителните архетипи, използвайки подходящите технологии и инструменти, като например Език за дефиниране на архетип (ADL) [25], редактори на архетип, и терминологични услуги. Нови архетипи могат да бъдат създадени или съществуващи може да се адаптират за повторно приложение при необходимост. Локални конфигурации на архетипи (шаблони) също могат да бъдат създадени, за да отговарят на конкретни изисквания. Фигура 14 показва архетип на лекарството, получен по време на фазата на разработка.



Фигура 14 Информационен модел на openEHR архетип Medication

Всеки от възлите на архетипа и кодираните стойности могат да бъдат вътрешно свързани с терминологията.

Дейност 3.1. Повторно използване на архетип

o *Входни данни*: Документ с пълни спецификации за проектиране на архетип.

o *Изходни данни (резултати)*: Списък на съществуващите повторно използваеми архетипи, изцяло или нуждаещи се от модификации и нови архетипи, които трябва да бъдат разработени съвсем отначало.

o *Описание на дейността*: Целта на тази дейност е да се избере множество от съществуващи многократно използваеми архетипи и да се изпишат изброява новите архетипи, които предстои да се дефинират. Архетипите, свързани с обхвата на нашия сценарий за моделиране вероятно са проучени по време на фазата на анализ, тъй като те са източник на информация и знания. Вероятно е някои от съществуващите архетипи да се вписват в нашите информационни модели, без да са нужни допълнителни промени (дейност 3.1.3). Ако не е

така, новите архетипи могат да бъдат създадени (дейност 3.1.1) или адаптирани чрез специализация или създаване на нова версия (дейност 3.1.2). Не цялата налична информация в спецификацията за архетип, може да стане част от окончателния архетип, тъй като RM обикновено вече съдържа повечето от общата контекстуална информация, свързана с процеса на здравеопазване. Техническите експерти ще определят кои информационни елементи не трябва да бъдат изрично представени в структурата на архетипа.

o *Участници*: ръководител на екип, технически експерти.

o *Инструменти*: Хранилища на архетипи.

Дейност 3.2. Разработка на структурата на архетип

o *Входни данни*: Документ с пълни спецификации за проектиране на архетип, списък на съществуващи и повторно използваеми архетипи и списък с нови архетипи, които да бъдат разработени.

o *Изходни данни (резултати)*: набор от архетипи, имплементирани във формален език за дефиниране на архетип.

o *Описание на дейността*: Тази дейност се изпълнява за всеки от архетипите, които трябва да бъдат разработени или адаптирани. Архетипите могат да бъдат реализиран с помощта на специфичен официален език като ADL. Това улеснява определянето на всички ограничения и структура на един архетип с използване на добре дефиниран синтаксис. За улесняване на работата с ADL могат да се използват специфични инструменти като редактор на архетипи. Реализацията на тази дейност трябва да бъде стриктно съобразена с избрания RM. Изграждането на архетип започва с избиране на основния клас. Основният клас ще ограничи валидните вложени информационни елементи, които ще бъдат структурирани и ограничени съгласно RM. Това включва вземане на решение как да се постигне най-добро съвпадение между спецификацията на информационния модел с класовете и конструкциите наложени от RM. Всички ограничения върху стойностите на данните трябва да бъдат включени в изпълнението на архетипа. В допълнение трябва да се предостави име и описание за всички информационни елементи посредством естествен език. Също така трябва да се дефинират метаданните на архетипа (автори, потребителски случаи, ключови думи и др.). Клиничните експерти, обучени в използването на архетипни редактори и запознати с избрания RM, могат да изпълняват тази дейност. Въпреки това, като се има предвид сложността на здравните стандарти и RM, препоръчително е да участват технически експерти в тази дейност.

o *Участници*: Клинични експерти, технически експерти.

o *Инструменти*: Редактор на архетип.

Дейност 3.3. Свързване на архетипна терминология

o *Входни данни*: Набор от въведени информационни структури на архетипи.

o *Изходни данни (резултати)*: набор от архетипи, свързани с терминологията.

o *Описание на дейността:* Медицински терминологии предоставят семантиката на архетипите. Архетипите са обвързани с терминологията по два начина. Първо, моделът свързване на значения или термини изисква на всеки информационен елемент да се присвои описателен код на архетипа. Второ, само валидни набори от стойности могат да бъдат присвоени на елементи с кодирана информация. Обикновено е необходимо да се използват специализирани системи като терминологични сървъри, които помагат в изграждането и управление на тези набори от стойности. Подробно описание на работата, която трябва да бъде извършена с терминологията и как се създават набори използваеми стойности хармонизирани с архетипите е извън обхвата на този документ, но има много референции в литературата [27]

o *Участници*: експерти по терминология, клинични експерти, технически експерти.

o *Инструменти*: редактор на архетип, терминологични услуги.

Дейност 3.4. Разработване на структура на шаблон

o *Входни данни*: Набор от архетипи.

o *Изходни данни (резултати)*: Набор от шаблони.

o *Описание на дейността:* Шаблоните са специален тип архетипи, които допълнително ги ограничават за определено приложение. С други думи, шаблоните са архетипи, конфигурирани за специализирана употреба, и не са предназначени за обща повторна употреба. Шаблонът представлява най-много съществените изисквания на първоначалните сценарии на потребителските случаи. Шаблонът се фокусира върху използваемостта на информационния модел, а не върху неговата универсалност и оперативна съвместимост. Процесът на определяне на шаблони включва избора на съществуващи архетипи и ги обединява в по-широк информационен модел (обикновено на ниво клинични документи). В шаблон, информационни елементи, които не са необходими в даден сценарий на потребителски случай се премахват. Други информационни елементи могат да бъдат допълнително ограничени.

o *Участници*: Клинични експерти, технически експерти.

o *Инструменти*: Редактор на архетип.

Дейност 3.5. Прецизиране на терминологията на шаблона

o *Входни данни*: Набор от шаблони.

o *Изходни данни (резултати)*: Набор от шаблони с прецизирани терминологични връзки.

o *Описание на дейността:* Шаблоните могат също да подобрят връзките с терминологията. Например, в конкретен шаблон може да се дефинира подмножество от валидни кодове за информационен елемент.

Стандартните термини могат да бъдат адаптирани към речниците, използвани от крайните потребители и системи.

o *Участници*: експерти по терминология, клинични експерти, технически експерти.

o *Инструменти*: редактор на архетип, терминологични услуги.

Фаза 4. Валидиране

Целта на фазата на валидиране е да се гарантира, че архетипите и шаблоните отговарят на първоначалните нужди и изисквания. Фазата на валидиране включва идентифициране на грешки, несъответствия, липса на информация или подвеждащи спецификации. Ако бъдат открити грешки, архетипи или шаблони трябва да повторим отново предходната фаза на разработка.

Дейност 4.1. Архетипен преглед

o *Входни данни*: Набор от архетипи.

o *Изходни данни (резултати)*: набор от валидирани архетипи или списък на необходимите промени. То ще изисква нова итерация на дейностите за развитие.

o *Описание на дейността*: Автоматичен преглед и валидиране на архетипи е възможно до известна степен. Тя включва валидиране на информационната структура спрямо базовия RM и съгласуваност на терминологичните връзки. Въпреки това, допълнително трябва да се извърши функционално валидиране, за да се провери дали архетипите са подходящи за целта. Крайните потребители на архетипите трябва да носят отговорност на функционалната валидация. За улесняване на валидирането дейност, техническа сложност на архетипите и моделите на RM трябва да бъдат скрити колкото е възможно повече. Това може да се постигне чрез използване на алтернативни представяния на архетип, автоматично генериране по зададена спецификация, като например диаграми или форми за въвеждане на данни. Ако не може да се осигури участието на избрана група от крайни потребители, то мултидисциплинарният екип за клинична поддръжка ще бъде отговорен за изпълнение на дейността по валидиране. Всеки коментар или известие за грешка за архетипите трябва да бъдат регистрирани, проследени и адекватно отстранени преди въвеждането на архетипа в употреба.

o *Участници*: ръководител на група, клинични експерти, мултидисциплинарен екип за клинична поддръжка, избрани крайни потребители.

o *Инструменти*: редактор на архетип, система за проследяване на проблеми.

Дейност 4.2. Преглед на шаблона

o *Входни данни*: Набор от шаблони.

o *Изходни данни (резултати)*: Набор от валидирани шаблони или списък на необходимите промени. Последното ще изисква нова итерация на дейностите за разработка.

o *Описание на дейността*: Тази дейност е еквивалентна на дейност 4.1, но е свързана с прегледа на шаблоните. Същите препоръки се прилагат тук, въпреки че участието на крайните потребителите е още по-важно, тъй като шаблоните ще бъдат по-близки до потребителски интерфейси, както и до реалното им внедряване в системите на ЕЗЗ.

o *Участници*: ръководител на група, клинични експерти, мултидисциплинарен екип за клинична поддръжка, избрани крайни потребители.

o *Инструменти*: редактор на архетип, система за проследяване на проблеми.

Фаза 5. Публикуване

Последната фаза на методологията е публикуването на архетипи и шаблони. Целта е те да бъдат достъпни за системите на ЕЗЗ и да улеснят повторното им използване за създаване на нови или специализирани архетипи. Публикуването на архетипи и шаблони е тясно свързано с управление на архетипа.

Дейност 5.1. Публикуване на архетип и шаблон

o *Входни данни*: Набор от архетипи и шаблони.

o *Изходни данни (резултати)*: Публикувани архетипи и шаблони.

o *Описание на дейността*: Публикуване на архетипи и шаблони означава да ги предоставите на всеки потребител или система. Формалната дефиниция на архетипите (ADL) трябва да може да се изтегли, да е редактируема и повторно използваема. В някои случаи разработчиците могат да прилагат ограничителни или търговски лицензи за архетипи. В този случай, архетипи не могат да се считат за част от оперативна съвместима екосистема, а да се използват само като документация за конкретно изпълнение. Архетипите и шаблоните в процес на разработка (проекти) могат да бъдат публикувани за публично разглеждане, но в този случай те трябва да бъдат правилно идентифицирани и потребителите следва да бъдат да бъдат предупредени за потенциалните рискове от използването на тези определения в реални проекти.

o *Участници*: Ръководител на екипа.

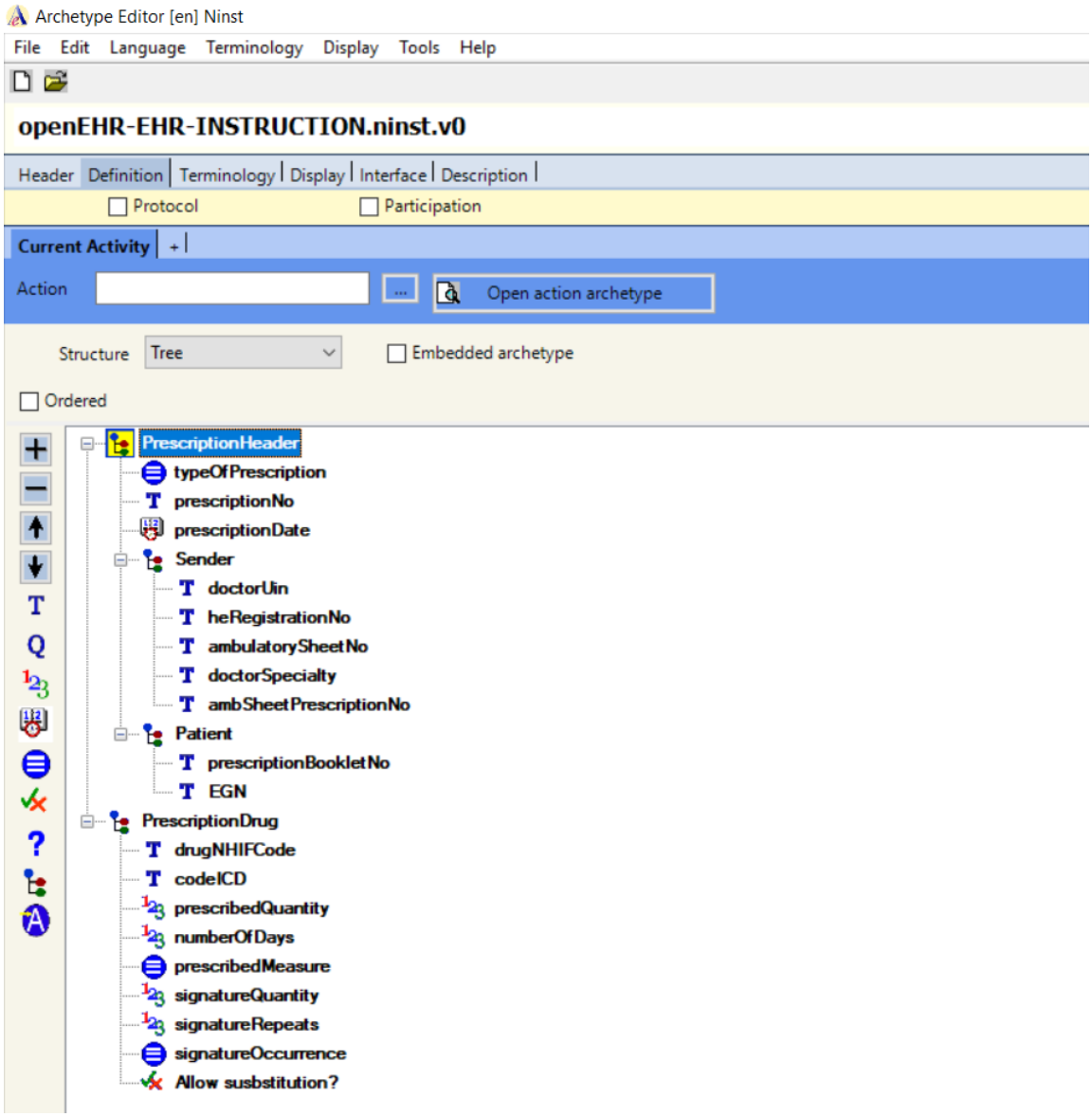
o *Инструменти*: Архетип.

3.3.2. Практическа реализация на методологията

Методологията, представена в предходната секция, ще приложим за дефиниране, разработка и имплементация на архетипи по openEHR спецификация за решаване на задачата, поставена в дипломната работа. За целта ще използваме Референтния Модел на openEHR и медицинска терминология, заимствана от SNOMED CT [1] за придаване на семантични описания на информационни структури. Това ще позволи да се гарантира надежден обмен и повторно използване на данни и модели между хетерогенни системи в сценарий за пълна семантична оперативна съвместимост. При липса на хомогенна методология за определяне на архетипи и за управление се затруднява реалната семантична оперативна съвместимост. Без описаната тук методология, различни хора или организации могат да създават различни и несъвместими архетипи за същата цел. Архетипите могат да припокриват или пропускат части от информацията, ограничавайки повторното им използване.

Тази стандартна методология за разработка на архетип добре обхваща всички аспекти, свързани с процеса на разработка и следва установените добри практики. За техническата реализация на тази методология има разработени софтуерни помощни средства като Archetype Editor [21] и Template Designer [22]. Практическото приложение на тези техническите средства по описаната методология в конкретната приложна област на дипломната работа е осъществено в дипломната работа по следния начин.

a. С помощта на **Archetype Editor** се създава архетип с потребителско зададено име **nhif** от тип **INSTRUCTION.** За моделиране на структурата и типовете данни се използва W3C XML Schema `(XSD), зададен с ***Формат на XML файл за отчитане на исковете на аптеките-договорни партньори на НЗОК - в сила от 01.04.2019*** г. [23] за съвместимост със софтуерните продукти за обработка на рецепти на **НЗОК**.
b. От менюто **Description** се попълват описателните данни за архетипа, които автоматично се прехвърлят в менюто **Header**.
c. От менюто **Definition** се въвеждат чрез влачене и спускане всичките елементи на архетипа, като за групиране на елементите в дървовидна структура се използват елементи тип клъстер (Фигура 15), съгласно дефинициите в Таблица 3.



Фигура 15 Изглед на архетип от тип INSTRUCTION в Archetype editor

Таблица 3: Структура на архетип от тип INSTRUCTION

Базов клас	Име	Тип данни	Описание
ITEM	PrescriptionHeader	Клъстер	Основен Клъстер, съдържащ данните за тип рецепта, лекар и пациент
PrescriptionHeader	typeOfPrescription	Избираем	1 – Еднократна рецепта 2 – Многократна рецепта
PrescriptionHeader	prescriptionNo	Текст	Пореден номер на рецепта
PrescriptionHeader	prescriptionDate	Дата	Дата на издаване на рецепта
PrescriptionHeader	Sender	Клъстер	Клъстер, съдържащ информация за медицинския специалист
Sender	doctorUin	Текст	УИН на медицинския специалист
Sender	doctorSpecialty	Текст	Специалност
Sender	heRegistrationNo	Текст	Регистрационен номер на практика

Sender	ambulatorySheetNo	Текст	Номер на амбулаторен лист
Sender	ambSheetPrescriptionNo	Текст	Номер на рецептата в амбулаторния лист
PrescriptionHeader	Patient	Клъстер	Клъстер, съдържащ информация за пациента
Patient	EGN	Текст	Идентификатор /ЕГН/ на пациента
Patient	prescriptionBookletNo	Текст	Номер на рецептурна книжка
ITEM	PrescriptionDrug	Клъстер	Клъстер, съдържащ информация за предписаните лекарствени продукти
PrescriptionDrug	drugNHIFCode	Текст	НЗОК Код на предписаният лекарствен продукт
PrescriptionDrug	codeICD	Текст	Код на заболяването съгласно МКБ 10 ревизия
PrescriptionDrug	prescribedQuantity	Количество	Предписано количество
PrescriptionDrug	prescribedMeasure	Избираем	Лекарствена форма – опаковка, ампула, спринцовка,
PrescriptionDrug	numberOfDays	Количество	Период в дни за продължителност на терапията
PrescriptionDrug	signatureQuantity	Количество	Инструкция към пациента какво количество да приема от лекарствения продукт
PrescriptionDrug	signatureRepeats	Количество	Инструкция към пациента колко пъти да приема лекарствения продукт
PrescriptionDrug	signatureOccurrence	Количество	Честота на прием на лекарствата
PrescriptionDrug	Allow susbstitution?	Булев въпрос	Разрешено ли е генерично заместване да/не?

- За въведените елементи на архетипа от меню **Terminology** се въвеждат съответните описания на елементите. Описанията на терминологиите могат да се въвеждат на повече от един език, като добавянето на език за описание става от меню **`Language -> Add Language`**.
- Готовият архетип се запазва в папка **`archetypes\entry\instruction`** , за да бъде достъпен за понататъшна обработка с **`Template Designer`** [22].

3.4.Разработка на архетип тип COMPOSITON за Е33.

В Референтния модел на openEHR архетипите, производни на тип ITEM като например INSTRUCTION, не могат да се присъединят самостоятелно към оперативен темплейт. За целта е необходимо да се създаде архетип тип **COMPOSITON** , който позволява да се добавят архетипите, производни на тип ITEM. Впоследствие, така допълненият архетип

COMPOSITON може да се експортира като оперативен темплейт и от него да се създават инстанции на електронни рецепти по openEHR спецификацията.

Архетип от тип **COMPOSITON** се създава по следния начин:

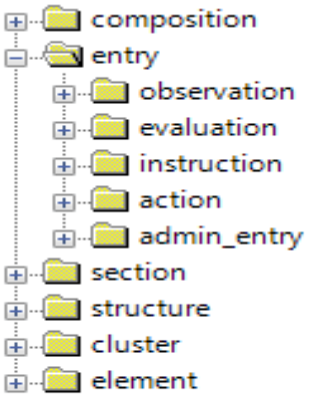
- С помощта на **`Archetype Editor`** [21] се създава архетип тип **COMPOSITON** който по същество е празен архетип и служи като контейнер за съхранение на други архетипи съгласно Референтния Модел на **`openEHR`**.
- Готовият архетип се запазва в папка **`\archetypes\`**, за да бъде достъпен за понататъшна обработка с **`Template Designer`** [22].

3.5.Разработка на оперативен темплейт за ЕЗЗ.

С помощта на **Template Designer** [22] се създават оперативни темплейти, които описват структура на композиция и подредба на архетипите в тази композиция като част от ЕЗЗ.

- За да се създаде оперативен темплейт, е необходимо да се посочат хранилища за съхранение на архетипите и темплейтите от меню **`Tools -> Knowledge repository -> Edit Repository list`**… и от там с бутон Add New се създава хранилище или да се свали готов темплейт и да се преработи съгласно нуждите.

- Архетипите в темплейта трябва да са групирани в директории, съобразно компонента на запис, който описва архетипа със следната структура.



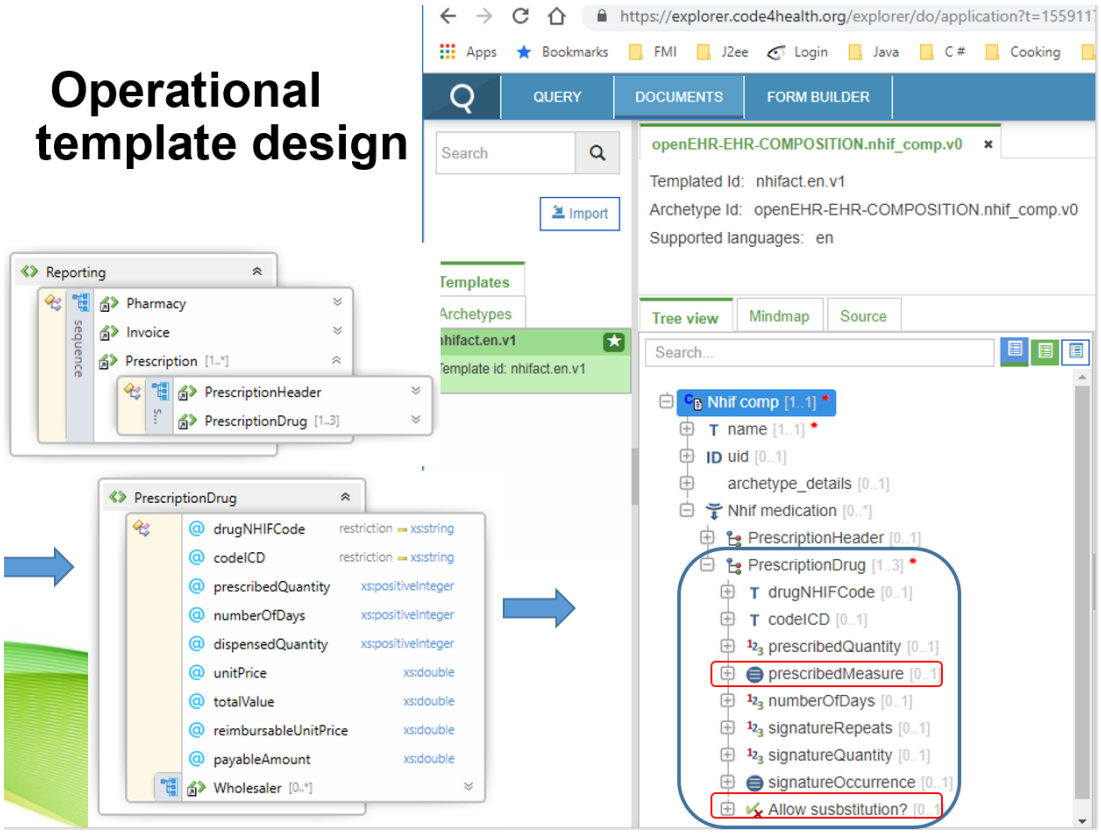
Фигура 16 Структура на папките за съхранение на архетипи

- В **Template Designer** с влачене и спускане първо се добавя основният темплейт тип COMPOSITON от хранилището с архетипи.

  След това се добавя с влачене и спускане темплейтът тип INSTRUCTION, като

Template Designer автоматично показва свободния слот, където може да бъде добавен архетипа.

- На Фигура 17 виждаме релацията между готовия оперативен темплейт и XSD схемата на формата на НЗОК за отчитане на договорни партньори – аптеки.



Фигура 17 Връзки на оперативния темплейт с XSD схемата на НЗОК [24]

Експорт на създадения оперативен темплейт и преработката му, за да бъде прочетен от EHRServer.

- Експорт на темплейта в opt формат(оперативен темплейт/ шаблон):
  В **Template Designer** файловете се записват във вътрешен формат **OET**. От меню **`File - > Export`** готовият темплейт може да бъде експортиран в различни формати и в opt формат читаем от EHRServer.
- Преработка на оперативния темплейт:
  Експортнатият оперативен темплейт от Template Designer не отговаря на xsd валидацията на EHRServer, затова трябва да бъде преработен с текстови редактор, като се направят следните промени във файла:
  Блокът от тагове

```
<template_id>
  <value>nhif1</value>
</template_id>
```

  трябва да бъде променен на

```
<template_id>
      <value>nhif1.en.v1</value>
</template_id>
```

и на двете места където се среща във файла, за да отговаря на шаблон на регулярен израз

```
'([a-z]+(_[a-z]+)*)\.([a-z]{2})\.v([0-9]+[0-9]*(\.[0-
9]+[0-9]*(\.[0-9]+[0-9]*)?)?)'
```

- Проверка на оперативния темплейт са съвместимост с EHRServer с web приложението на адрес https://server001.cloudehrserver.com/cot/opt/template_validate, ако валидацията премине успешно, темплейтът може да бъде използван в EHRServer.

4. Програмна реализация.

В тази глава е представена софтуерната реализация на прототип на EHRServer сървър за съхранение на Е33 тип електронна рецепта и клиент приложение/модул за създаване и извличане на документи от електронен здравен запис за лекарствена терапия в съответствие с разработения оперативен шаблон

4.1. Инсталиране на EHRServer на Ubuntu Linux

4.1.1. Инсталиране на MySQL СУБД, JDK7 или JDK8

4.1.1.1. Инсталиране на MySQL СУБД, създаване и конфигуриране на база данни

```
$ sudo apt install mysql-server
$ mysql -u root –p

mysql> CREATE USER 'ehr'@'localhost';
mysql> ALTER USER 'ehr'@'localhost' IDENTIFIED BY 'NEW-ROOT-
PASSWORD';
mysql> CREATE DATABASE ehrserver;
mysql> GRANT ALL PRIVILEGES ON ehrserver.* TO 'ehr'@'localhost';
mysql> exit;
```

4.1.1.2. Инсталиране на JDK8

```
$ apt install openjdk-8-jre-headless
$ export JAVA_HOME=/usr/lib/jvm/java-8-openjdk-amd64/
```

4.1.1.3. Инсталиране на Grails 2.5.6 (важно точно 2.5.6 версия) с помощта на SDKMAN

```
$ curl -s get.sdkman.io | bash
$ source "$HOME/.sdkman/bin/sdkman-init.sh"
$ sdk help
$ sdk install grails 2.5.6
$ set version by default: Y
$ grails -version
```

4.1.2. Инсталиране на EHRServer

4.1.2.1. Изтегляне на актуалната версия на EHRServer от хранилището

```
$ git clone https://github.com/ppazos/cabolabs-ehrserver/
```

4.1.2.2. Конфигуриане на EHRServer:

```
$ cd ehrserver/grails-app/conf

$ mcedit DataSource.groovy
```

При необходимост в средата за разработка променяме потребителското името на потребителя **ehr** и паролата му **NEW-ROOT-PASSWOR** (или добавяме нови потребители) и запазване на промените.

4.1.2.3. Задаване на стойности на задължителни променливи от обкръжението необходими за работата на EHRServer

```
$ export EHRSERVER_REST_SECRET="6067dba9-1417-41c5-b1af-
92208c77ce77"
$ export EHRSERVER_SNQUERY_KEY="22222222-2222-2222-2222-
222222222222"
```

- По избор:

```
$   export EHRSERVER_EMAIL_FROM=" ehr@petko.info "
$    export EHRSERVER_EMAIL_HOST=" ehr.petko.info "
$    export EHRSERVER_EMAIL_PORT=25
$    export EHRSERVER_EMAIL_USER="ehr@petko.info "
$    export EHRSERVER_EMAIL_PASS="%B9<B7q5"
$    export EHRSERVER_ALLOW_WEB_USER_REGISTER=true
```

4.1.3. Стартиране на EHRServer

4.1.3.1. Стартирането на EHRServer се извършва със следните команди:

```
$   cd ehrserver
$   grails run-app
```

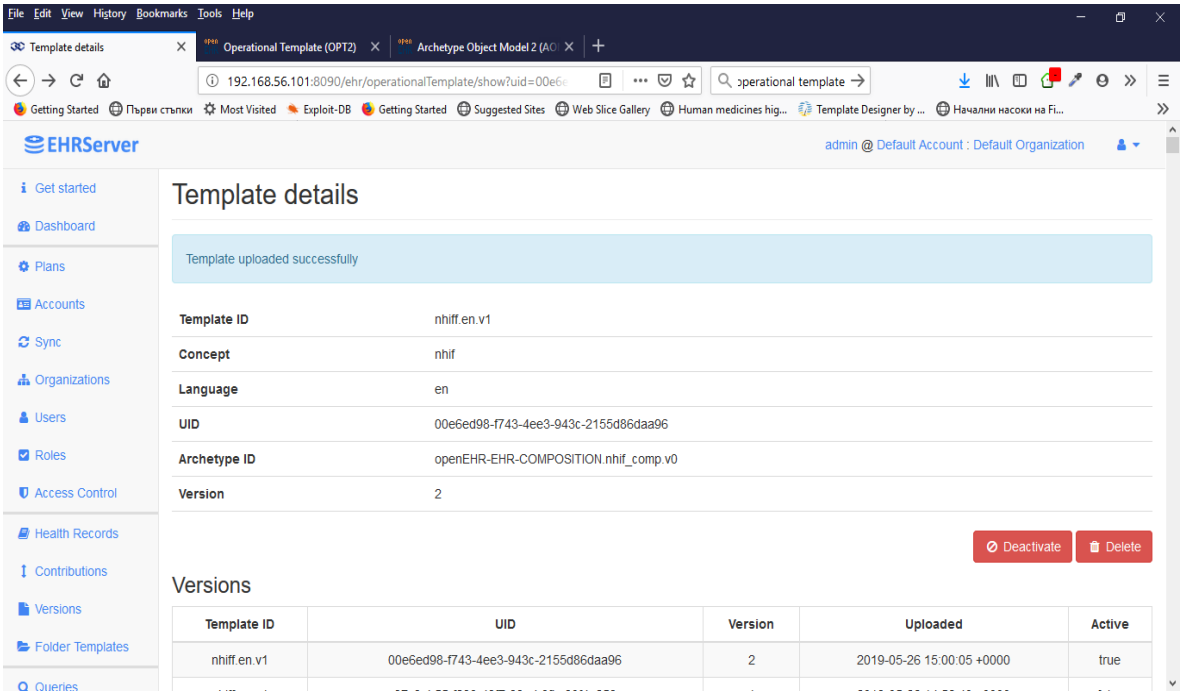
В резултат на изпълнението на тези команди може да изпълним заявка за отваряне на уеб страница http://localhost:8090/ehr , където да въведем за **потребител/парола/организация** следните стойности: **admin/admin/123456**

4.1.3.2. Скрипт за задаване на всички параметри и стартиране на EHRServer:

```
#/bin/bash
export JAVA_HOME=/usr/lib/jvm/java-8-openjdk-amd64/
export EHRSERVER_REST_SECRET="6067dba9-1417-41c5-b1af-
92208c77ce77"
export EHRSERVER_SNQUERY_KEY="22222222-2222-2222-2222-
222222222222"
export EHRSERVER_EMAIL_FROM="ehr@petko.info"
export EHRSERVER_EMAIL_HOST="ehr@petko.info"
export EHRSERVER_EMAIL_PORT=25
export EHRSERVER_EMAIL_USER="ehr@petko.info"
export EHRSERVER_EMAIL_PASS="%B9<B7q5"
export EHRSERVER_ALLOW_WEB_USER_REGISTER=true
cd $HOME/cabolabs-ehrserver
grails run-app
```

4.1.4. Зареждане на оперативния темплейт в работещата инстанция на EHRServer

От меню Templates на web console на EHRServer се избира **`Upload operational template`**, избира се готовият оперативен темплейт и с бутон **`Upload`** се зарежда оперативния темплейт(Фигура 18)



Фигура 18 Оперативен темплейт зареден в EHRServer

4.2. Технологии за реализация на клиента

PHP

PHP (съкращение от "PHP: Hypertext Preprocessor") е широко разпространен скриптов език с отворен код (Open Source), пригоден за различни цели, който е специално създаден за уеб разработване (Web development) и може да бъде вмъкван в HTML

PHP скриптовете се изпълняват на сървъра и генерират HTML/XML/JSON , който се изпраща в отговор на клиентската заявка.

Синтаксисът на PHP е подобен на основни езици като C и Java. Има възможност за смесване на PHP код със статично дефиниран HTML. Това става със специални инструкции за начало и край на обработката <?php и ?>.

Предимство е, че PHP е лесен за научаване и употреба от начинаещи, а в същото време разполага и с много разширени възможности за по-сложни задачи.

Разработеното приложение използва допълнителните PHP модули curl и xml,

които за Debian базирани Линукс ОС се инсталират с командата

```
$ sudo apt install php-xml
$ sudo apt install php-curl
```

Apache HTTP server

https://httpd.apache.org/

е най-масово използваният уеб сървър с отворен код, разработван от Apache Software Foundation.

За Debian базирани Линукс ОС се инсталира с командата

```
$ sudo apt install apache2
```

HTML

HTML (HyperText Markup Language) е стандарт за описание и глобално разпространение чрез World Wide Web на информация, като

- Онлайн документи със заглавия, текст, таблици, списъци, снимки и др.
- Хипертекстови връзки към други документи и ресурси
- Форми за попълване на данни за извършване на транзакции с отдалечени услуги, търсене на информация, правене на резервации, поръчване на продукти и др.
- Включване на електронни таблици (spread-sheets), видеоклипове, звукови клипове и други приложения директно в документите

Синтаксисът на HTML се състои HTML елементи, наречени тагове, които се записват в ъглови скоби < и >. Най-често таговете се използват по двойки от отварящ, като <h1> и затварящ като </h1> таг. Таговете имат атрибути и допустимо съдържание, текст, други тагове или смесица от двете, които са дефинирани в HTML спецификацията.

Често използвани тагове са <html>, <body>, <script>, <table>, , <img>, <br>, <h1> със съответните атрибути и съдържание.

CSS

CSS (Cascading Style Sheets) е основна технология в допълнение на HTML за изграждане на уеб страници. Основната идея е да се раздели структурата (или съдържанието) от представянето. Накратко HTML осигурява механизмите за специфицирането на структурата на страницата, докато CSS - за задаване на оформлението (визуално и слухово).

CSS е език за описване на стилове за елементите в уеб страницата, включително цветове, оформление и текстови шрифтове, позициониране, разстояния между елементите и други. По този начин стиловото оформление може да не се задава като част от структурата на всяка страница (HTML) а външно, чрез отделни CSS файлове. CSS файловете могат да се преизползват от много HTML страници, което прави стиловата информация централизирана и лесна за поддръжка и промяна.

JavaScript

Скрипт е програмен код, който не се нуждае от предварителна обработка (като компилиране), преди да се изпълни. В контекста на уеб браузъра, скриптове обикновено се отнасят към програмен код, написан на JavaScript, който се изпълнява от браузъра, когато страницата е свалена, или в отговор на събитие, предизвикано от потребителя. JavaScript функциите могат да достъпват и да модифицират DOM представянето на заредената страница в паметта и по този начин да въздействат върху визуализираните елементи за потребителя.

XML

e**X**tensible **M**arkup **L**anguage – разширяем маркиращ език (PME)) е стандарт (метаезик), дефиниращ правила за създаване на специализирани маркиращи езици, както и синтаксисът, на който тези езици трябва да се подчиняват.

Това е единият от двата възможни начини за извличане и записване на данни от EHRServer. Изпращаните към и генерираните от EHRServer XML Данни трябва да отговарят по синтаксис и семантика на оперативния темплейт за който се отнасят

JSON

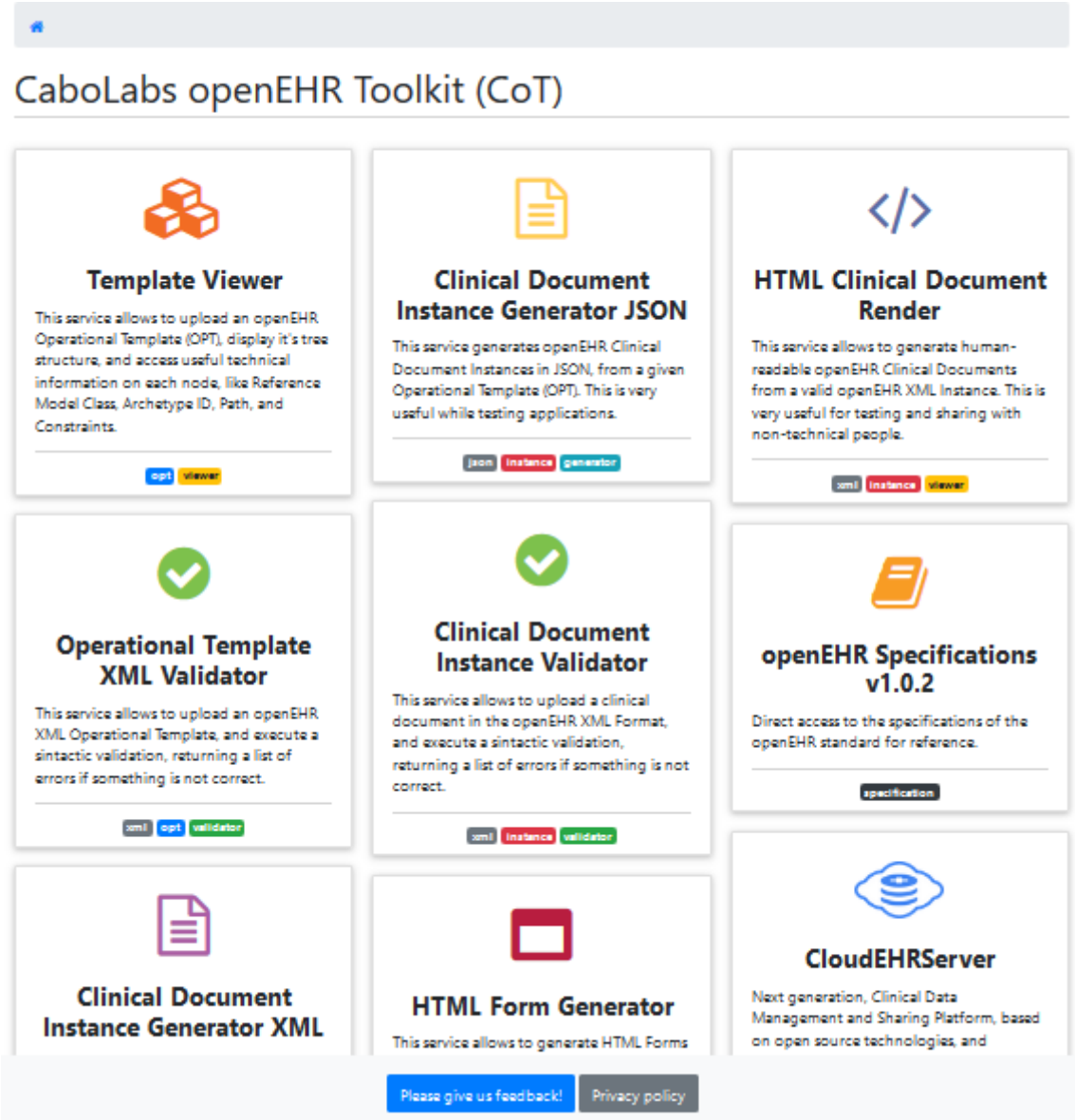
JSON (JavaScript Object Notation) е, текстово представяне на JavaScript обекти. Това е вторият начин за комуникация между клиентско приложение и EHRServer Предимствата му са:

- по-компактен от XML
- по лесен и ефективен за обработка

REST API

REST (на английски: Representational State Transfer) е стил софтуерна архитектура за реализация на уеб услуги.

CaboLabs openEHR Toolkit (CoT) –
https://server001.cloudehrserver.com/cot/ - Набор от web базирани инструменти за преглед и валидация на оперативни темплейти и генериране на xml, json и html forms от оперативни темплейти. (Фигура 19)



Фигура 19 CaboLabs openEHR Toolkit

Готови библиотеки и скриптове за преизползване в проекта

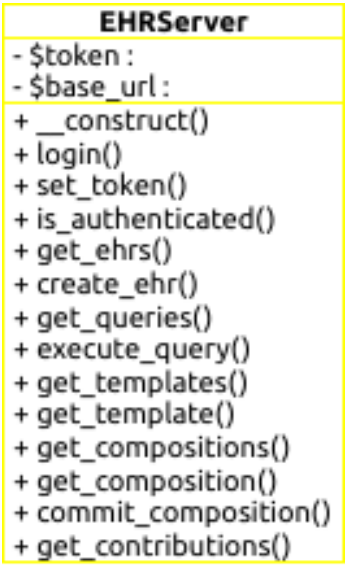
- EHRClientPHP - https://github.com/ppazos/EHRClientPHP примерен клиент за комуникация с EHRServer създаден от разработчика на EHRServer.
- Bootstrap - https://getbootstrap.com/ - библиотека с отворен код за разработка на HTML, CSS, and JavaScript приложения.
- CaboLabs openEHR Toolkit (CoT) - https://server001.cloudehrserver.com/cot/

4.3.Програмна реализация на клиент

В тази секция е представена програмната реализация на клиентско приложение за създаване и извличане на документи от електронен здравен запис за лекарствена терапия. За да докажем възможностите и функционалностите та EHRServer разработих прототип на web базиран клиент, използвайки технологиите за реализация от т. 4.2, като при разработката се придържам към принципите за модулност, свързаност и преизползване на код от методологията за разработка на софтуерни приложения.

Структурата на клиентското приложение съдържа следните файлове:

- ehrserver_client.php – Библиотечен файл съдържаш PHP класа EHRServer (Фигура 20) за съдържащ всички методи необходими за REST комуникация със сървъра :



Фигура 20: UML диагрма на PHP клас EHRServer

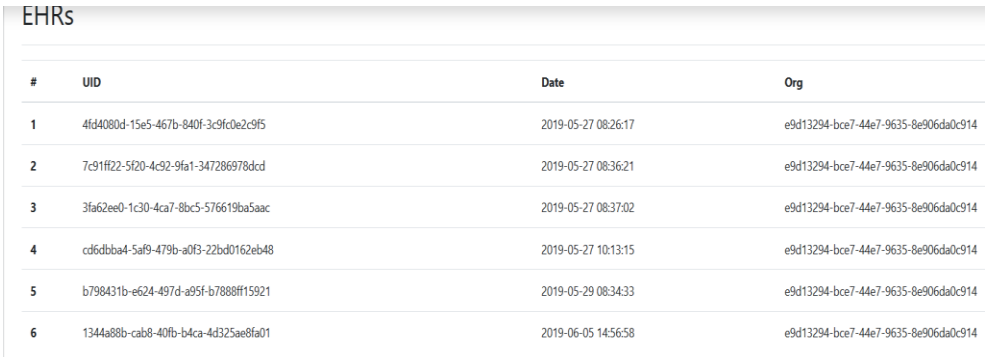
- connection.php – Файл съдържащ данните за връзка и оторизация с PHP с класа EHRServer

  като възможните начини за оторизация са следните:

  - Чрез метод login() с аргументи потребител, парола и организация
  - Чрез метод set_token() с аргумент токен за идентификация генериран от web console на EHRServer

- index.php – основен файл, който в ляво навигационно меню с хиперлинкове към ehr_list.php и query_list.php:
- ehr_list.php - PHP кода на този файл извиква метода get_ehrs(), който връща списък с UID на наличните E33/EHR/.HTML кода визуализира списъка в таблица с хиперлинк

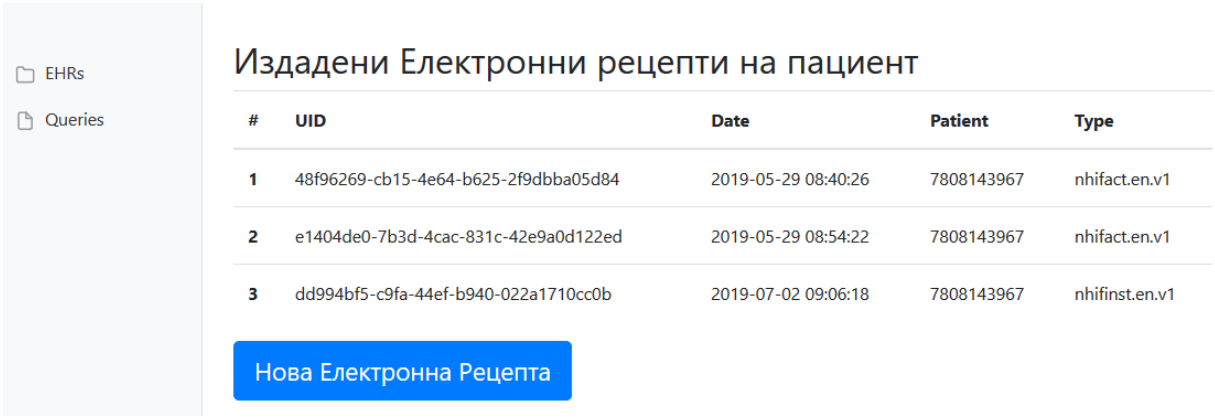
за всеки запис към файл ehr_show.php?uid=UID (Фигура 21) .


EHRs

#	UID	Date	Org
1	4fd4080d-15e5-467b-840f-3c9fc0e2c9f5	2019-05-27 08:26:17	e9d13294-bce7-44e7-9635-8e906da0c914
2	7c91ff22-5f20-4c92-9fa1-347286978dcd	2019-05-27 08:36:21	e9d13294-bce7-44e7-9635-8e906da0c914
3	3fa62ee0-1c30-4ca7-8bc5-576619ba5aac	2019-05-27 08:37:02	e9d13294-bce7-44e7-9635-8e906da0c914
4	cd6dbba4-5af9-479b-a0f3-22bd0162eb48	2019-05-27 10:13:15	e9d13294-bce7-44e7-9635-8e906da0c914
5	b798431b-e624-497d-a95f-b7888ff15921	2019-05-29 08:34:33	e9d13294-bce7-44e7-9635-8e906da0c914
6	1344a88b-cab8-40fb-b4ca-4d325ae8fa01	2019-06-05 14:56:58	e9d13294-bce7-44e7-9635-8e906da0c914

Фигура 21: Извеждане на списък с ЕЗЗ на EHRServer

- ehr_show.php?uid=UID - PHP файлът в тази HTTP заявка използва GET параметъра uid и чрез метода get_compositions($_GET['uid']) изтегля от сървъра списък с документите /електронни рецепти/ за избрания ЕЗЗ. HTML кода визуализира получените данни (Фигура 22) в таблица като всеки ред има хиперлинк към show.php?uid=UID с параметър uid –идентификатор на документ към ЕЗЗ. След таблицата се визуализира бутон „Нова Електронна Рецепта“ посредством HTTP заявка compo_create_nhifinst.en.v1.php?UID с параметър UID кода на ЕЗЗ.



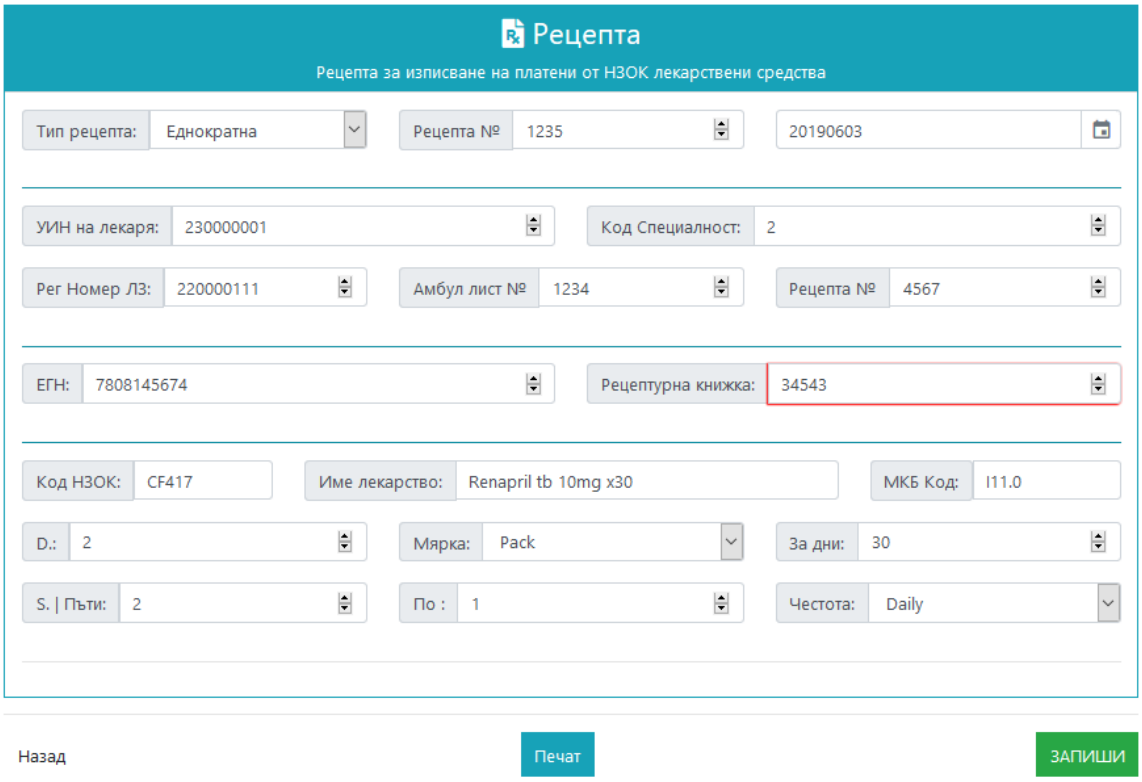
Фигура 22: Списък с издадени Електронни рецепти на пациент

- nhifinst.xml – XML файл генериран от оперативния темплейт с помощтта на инструмента Clinical Document Instance Generator XML https://server001.cloudehrserver.com/cot/opt/xml_instance_generator , като всички елементи value са заменени със съответни идентификатори от Таблица 4. XML файлът е редактиран с текстови редактор, като тага <version> е включен в таг <versions> за да отговаря на XSD дефиницията на EHRServer.

- compo_create_nhifinst.en.v1.php?ehr_uid=

Заявката към PHP файла compo_create_nhifinst.en.v1.php получава като параметър идентификатор на здравен запис, а самият PHP файл се състои от:

1. HTML код - форма (Фигура 23), първоначално генерираната с помощта на HTML Form Generator https://server001.cloudehrserver.com/cot/opt/html_form_generator въз основа на оперативния темплейт и с преработен дизайн с HTML и CSS, така, че да изглежда като рецептурна бланка за предписване на лекарствени продукти от НЗОК, като за запазени всички стойности на HTML атрибут name към input и option таговете , който съответстват на елементите на асоциативния масив $params в PHP кода и на съответни елементи в XML дървото. По този начин от input поле на HTML форма данните се трансформират и структурират до валиден XML, който се изпраща към EHRServer и се създава документ към ЕЗЗ.



Фигура 23: Форма за създаване запис за електронна рецепта

2. PHP скрипт, който се изпълнява след натискане на бутон “Запиши” на формата и изпълнява следните действия (Фигура 21):

- Прочита xml файла nhifinst.xml в XML обект $doc.
- Прочита данните изпратени от HTML формата в асоциативен масив $params.
- Създава асоциативен масив $mappings с ключове имената на елементите и стойности подадените от формата параметри $params съгласно Таблица 4.

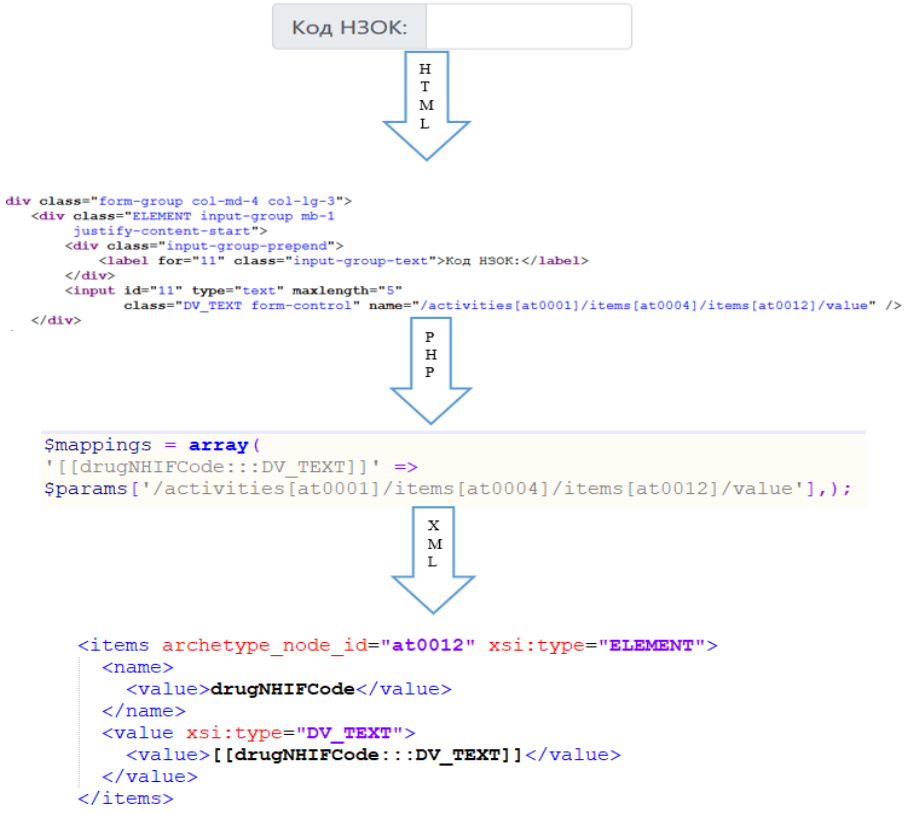
Таблица 4: Ключове и стойности на масив $mappings за генериране на EHRServer заявка

Ключ	Стойност
[[CONTRIBUTION:::UUID]]	generate_uuid(),

[[COMMITTER_ID:::UUID]]	generate_uuid(),
[[COMMITTER_NAME:::STRING]]	'Petko Kovachev',
[[TIME_COMMITTED:::DATETIME]]	$iso8601date,
[[VERSION_ID:::VERSION_ID]]	generate_uuid() .'::PHP.TEST::1',
[[COMPOSER_ID:::UUID]]	generate_uuid(),
[[COMPOSER_NAME:::STRING]]	'Dr. Petko Kovachev',
[[COMPOSITION_DATE:::DATETIME]]	$iso8601date,
[[COMPOSITION_SETTING_VALUE:::STRING]]	'FMI Hospital',
[[COMPOSITION_SETTING_CODE:::STRING]]	'229',
[[OBS_ORIGIN:::DATETIME]]	$iso8601date,
[[EVN_TIME:::DATETIME]]	$iso8601date,
[[typeOfPrescription:::DV_ORDINAL]]	$activities['/description[at0001]/items[at0002]/items[at0005]/value'],
[[prescriptionNo:::DV_TEXT]]	$activities['/description[at0001]/items[at0002]/items[at0008]/value'],
[[prescriptionDate:::DV_DATE]]	$activities['/description[at0001]/items[at0002]/items[at0009]/value'],
[[doctorUin:::DV_TEXT]]	$activities['/description[at0001]/items[at0002]/items[at0017]/items[at0018]/value'],
[[doctorSpecialty:::DV_TEXT]]	$activities['/description[at0001]/items[at0002]/items[at0017]/items[at0021]/value'],
[[heRegistrationNo:::DV_TEXT]]	$activities['/description[at0001]/items[at0002]/items[at0017]/items[at0019]/value'],
[[ambulatorySheetNo:::DV_TEXT]]	$activities['/description[at0001]/items[at0002]/items[at0017]/items[at0020]/value'],
[[ambSheetPrescriptionNo:::DV_TEXT]]	$activities['/description[at0001]/items[at0002]/items[at0017]/items[at0022]/value'],
[[EGN:::DV_TEXT]]	$activities['/description[at0001]/items[at0002]/items[at0003]/items[at0010]/value'],
[[prescriptionBookletNo:::DV_TEXT]]	$activities['/description[at0001]/items[at0002]/items[at0003]/items[at0011]/value'],
[[drugNHIFCode:::DV_TEXT]]	$activities['/description[at0001]/items[at0004]/items[at0012]/value'],
[[codeICD:::DV_TEXT]]	$activities['/description[at0001]/items[at0004]/items[at0013]/value'],
[[prescribedQuantity:::DV_COUNT]]	$activities['/description[at0001]/items[at0004]/items[at0023]/value'],
[[prescribedMeasure:::DV_ORDINAL]]	$activities['/description[at0001]/items[at0004]/items[at0025]/value'],
[[numberOfDays:::DV_COUNT]]	$activities['/description[at0001]/items[at0004]/items[at0024]/value'],
[[signatureRepeats:::DV_COUNT]]	$activities['/description[at0001]/items[at0004]/items[at0032]/value'],
[[signatureQuantity:::DV_COUNT]]	$activities['/description[at0001]/items[at0004]/items[at0031]/value'],
[[signatureOccurrence:::DV_ORDINAL]]	$activities['/description[at0001]/items[at0004]/items[at0034]/value'],
[[Allow susbstitution?:::DV_BOOLEAN]]	$allowSub,
[[Duracion:::DV_DURATION_VALUE]]	$duration,
[[Intensidad:::CODEDTEXT_VALUE]]	$names[$activities['/data[at0001]/events[at0002]/data[at0003]/items[at0010]/value/defining_code']],

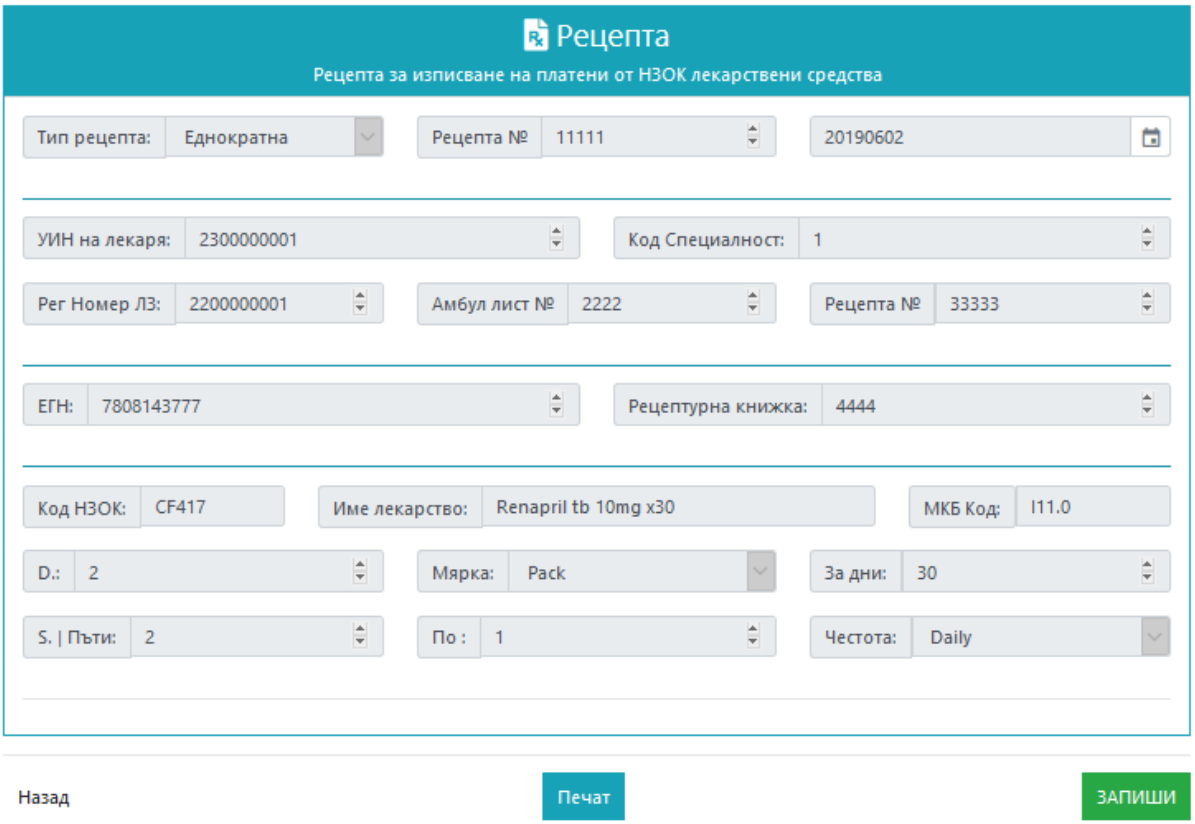
[[Intensidad:::CODEDTEXT_CODE]]	$activities['/data[at0001]/events[at0002]/data[at0003]/items[at0010]/value/defining_code']

- С помощта на PHP функцията str_replace() подменя всички стойности в XML обект $doc, които ключове имат съответствие в масива $mappings със съответните им стойности.
- Генерираният xml в променливата $doc се изпраща с метода commit_composition( ) на класа EHRServer към инстанцията на EHRServer.
  При успешен запис връща съобщение тип 'AA' и пренасочва към страница ehr_show.php?uid= с GET параметър идентификатора на ЕЗЗ. Фигура 24 показва етапите на трансформация на един елемент от input поле в HTML формата до XML елемент в файла за създаване на документ към ЕЗЗ към EHRServerv



Фигура 24:Трансформация на елемент от HTML input поле до XML item .

- ehr_show.php?uid= . При тази HTTP заявка PHP файлът ehr_show.php получава като GET параметър идентификатора на документ от ЕЗЗ, за да извлече от EHRServer- а данните на този документ и да ги визуализира в HTML форма със заключени полета (Фигура 25). Съдържанието на графичният интерфейс на уеб страницата съответства на Бланката “Рецептурна бланка-НЗОК” – бл. МЗ-НЗОК N. 5, виж Приложение 3. За изпъллнение на тази заявка се използва метода get_composition() на класа EHRServer.

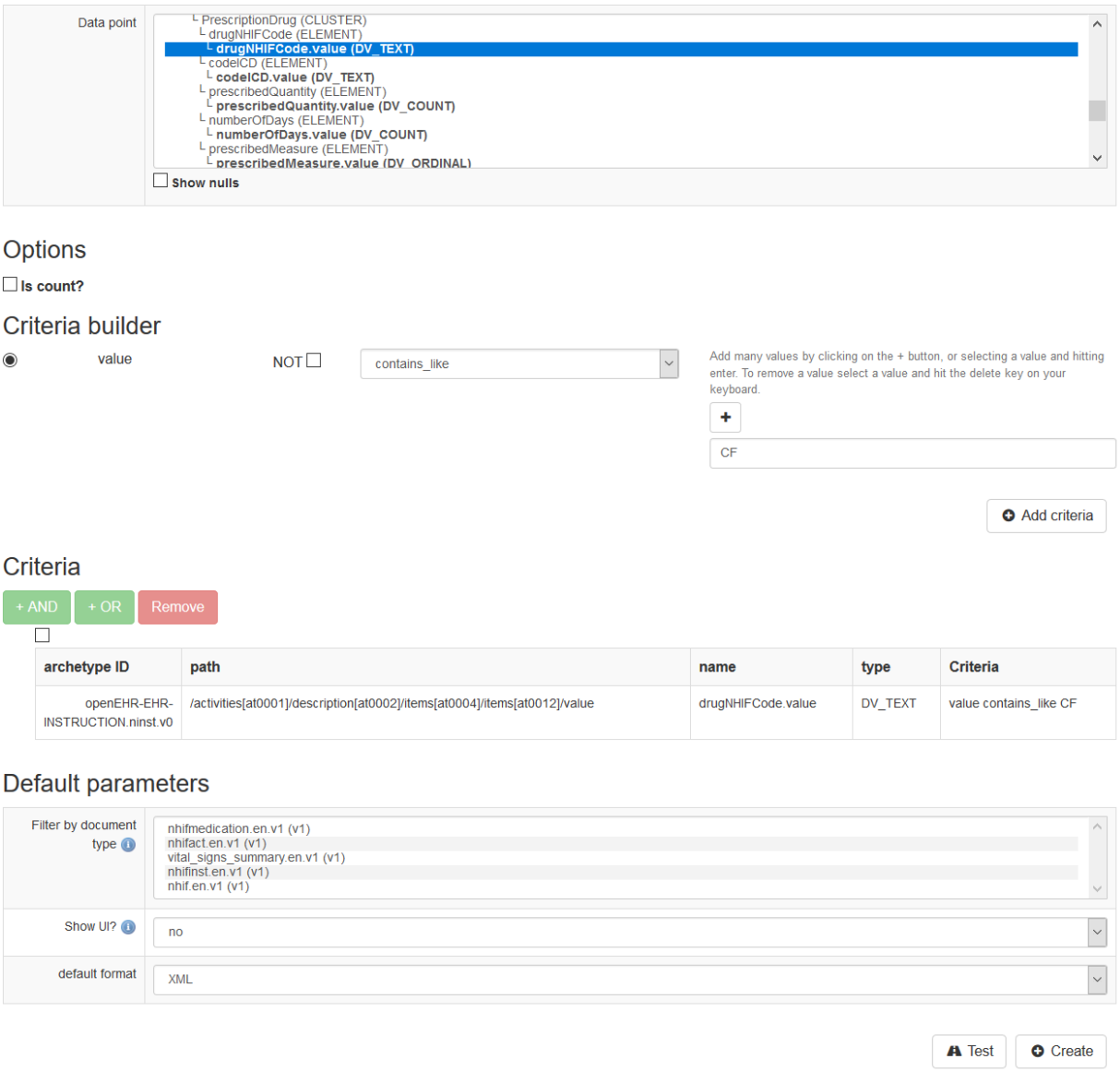


Фигура 25: Визуализация на документ от ЕЗЗ тип електронна рецепта

- query_list.php - Меню Queries – Преглед и стартиране на готови заявки за извличане на информация от EHRServer

4.4.Заявки за извличане на информация в EHRServer (Query)

Заявките за извличане на информация биват единични и комбинирани. Заявките се създават и дефинират през web console на EHRServer, като при създаване им се присвоява име и уникален идентификатор и след това могат да бъдат изпълнявани от клиент по идентификатор с следната операция към REST-API: GET /queries/$queryUid/execute. Като резултат сървъра връща xml или json резултат със ЕЗЗ документите, които отговарят на зададените параметри в дефинираната заявка. За демонстрация създаваме заявка с име cardiodrugs и филтър елемент drugNHIFCode да започва с низ CF (Фигура 26). При изпълнението на заявката от клиента с PHP метода execute_query($queryUid) се получава списък с всички документи към ЕЗЗ, които отговарят на зададените критерии. При необходимост от по-сложни заявки с повече параметри се създават отделни заявки за всеки параметър и след това заявките се комбинират в една обща комбинирана заявка и при извикването и се получават данни за записи, които отговарят на всичките единични заявки.



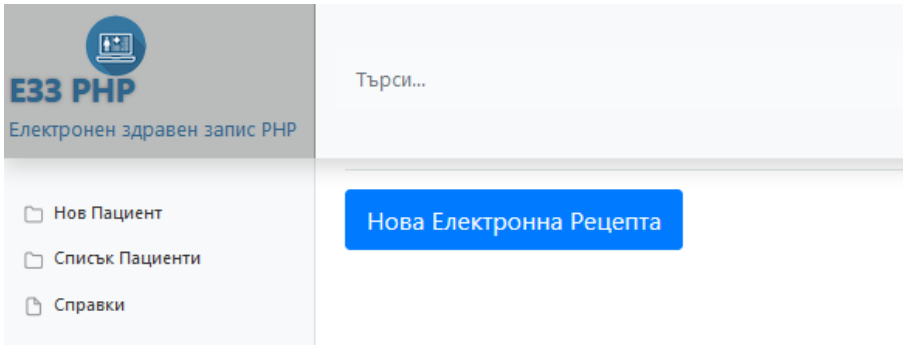
Фигура 26: Изглед на модул за създаване на заявка в web console

4.5. Управление на ЕЗЗ с openEHR

Процеса на създаване на документи и ЕЗЗ тип електронна рецепта за пациент протича на следните етапи:

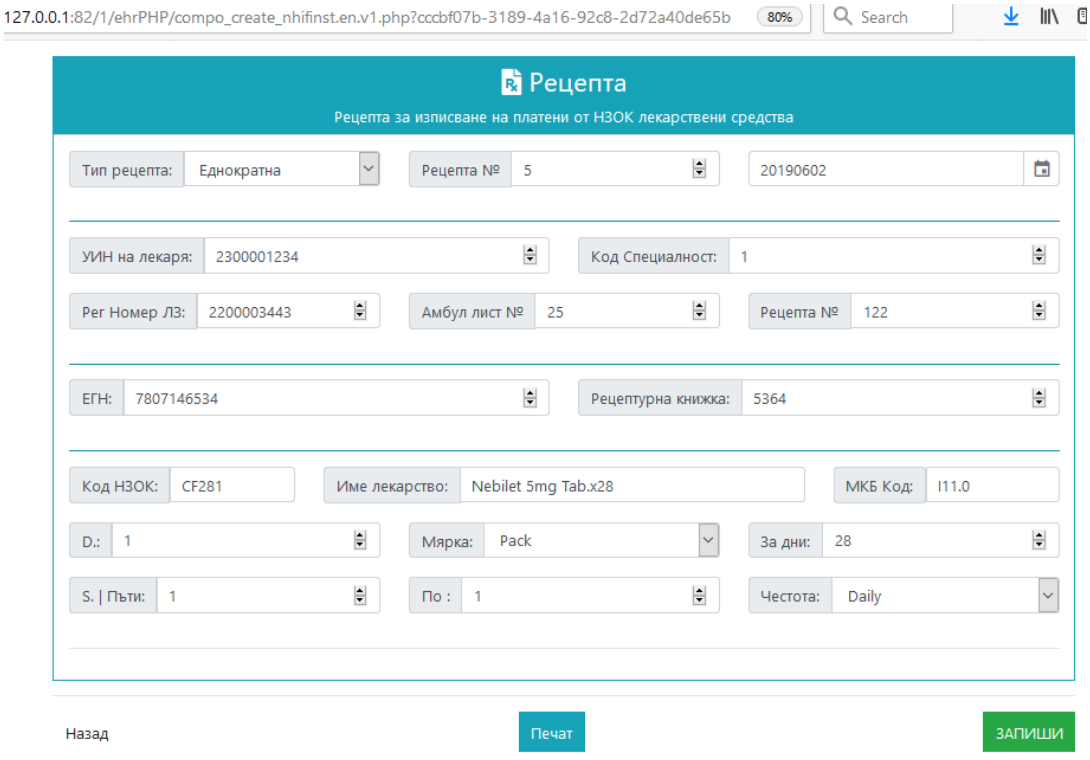
1) Идентификация пред EHRServer във формата за идентификация (Фигура 18) се въвеждат потребителско име и парола, които са зададени през web конзола на EHRServer (admin:admin по подразбиране), ако идентификацията е с токен генериран от web конзола тази стъпка се пропуска.
2) Създаването на нов пациентски идентификатор става от линк “Нов пациент“ меню, като във формата автоматично се попълва генериран нов UUID (Фигура 19). Концепцията на EHRServer е пациентите да се идентифицират само с UUID, а личните данни като имена ЕГН и др. Да се съхраняват в друга база данни при клиента.

3) От линк “Списък пациенти “ се избира на пациент от списъка за който да бъде създаден документ към ЕЗЗ – електронна рецепта чрез кликване върху ред с идентификатор на пациент.
4) От профила на избрания пациент се натиска бутон „Нова електронна рецепта“ (Фигура 27) за зареждане на празен формуляр за създаване на нов запис за електронна рецепта.



Фигура 27: Изглед форма за създаване на нова рецепта

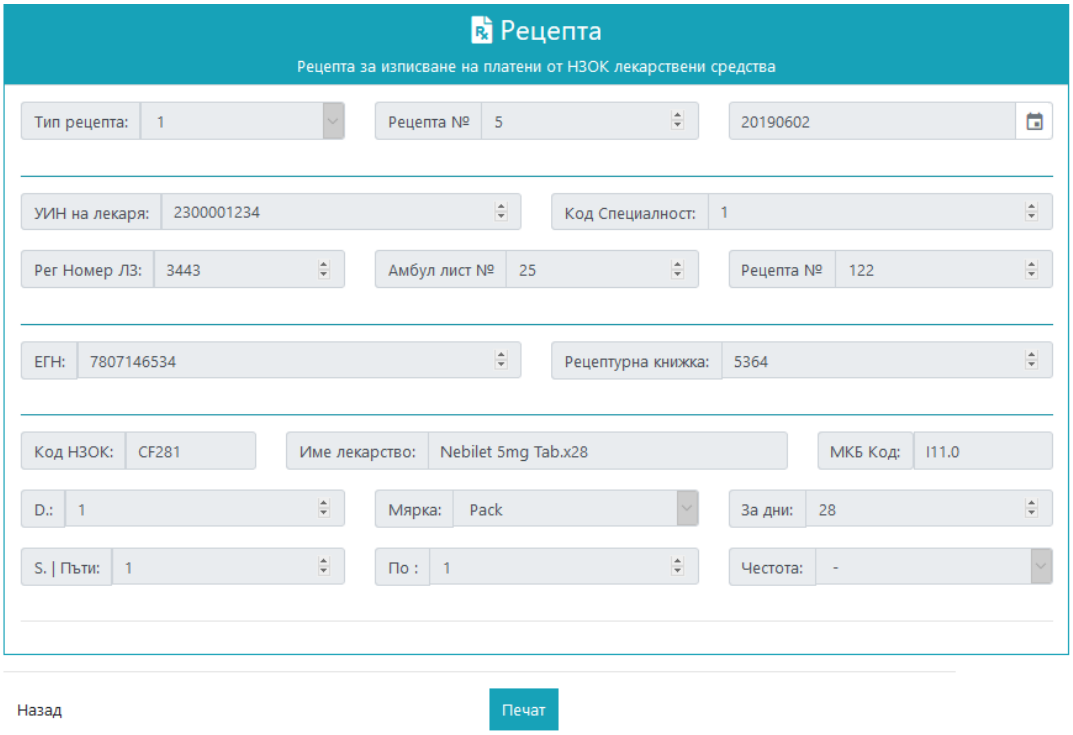
5) В формулаяра за електронна рецепта (Фигура 28), се попълват всички полета с релевантни данни и се изпращат за запис към сървъра с бутон “Запиши”.При успешен запис в EHRServer има създаден запис за електронна рецепта към идентификатора на пациента.



Фигура 28: Изглед на формуляр за рецепта

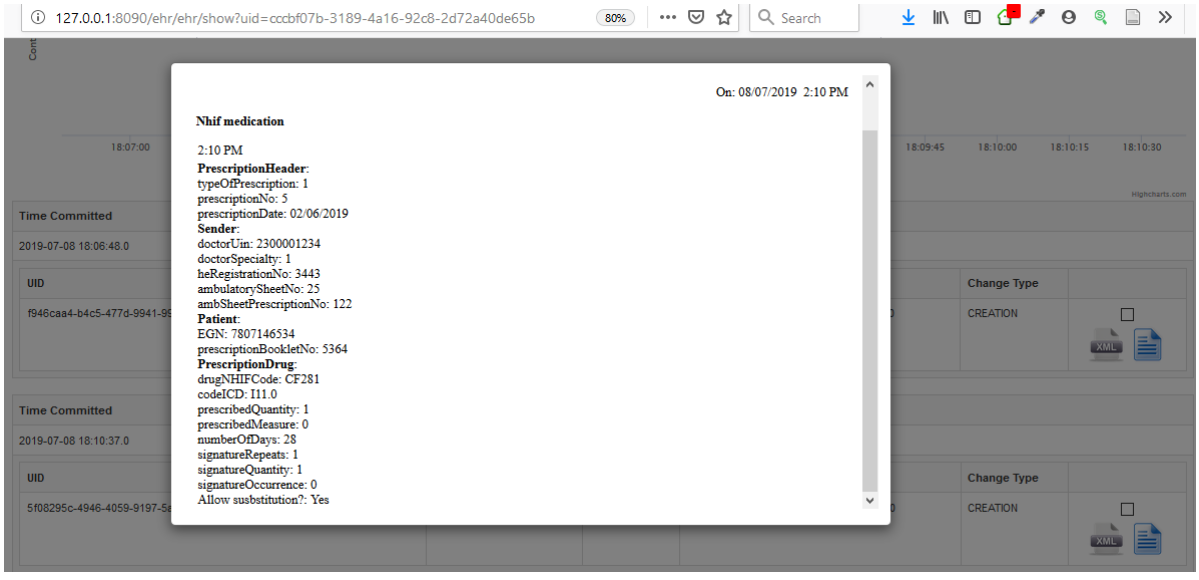
Прегледа и визуализацията на въведените документи към ЕЗЗ в EHRServer може да стане по някой от следните начини:

1) От клиентското приложение от линк “Списък пациенти “ (Фигура 29) се избира на пациент от списъка, и се избира идентификатор на документ към ЕЗЗ. Въведените данни се визуализират във форма за електронна рецепта със заключени за редакция полета.



Фигура 29: Изглед на попълнен формуляр за рецепта

2) От администраторския интерфейс web console документи към ЕЗЗ могат да бъдат визуализирани, като от меню Health Records се избере идентификатор на ЕЗЗ и в сектор Contributions с бутони могат да бъдат визуализирани данни в XML или plain HTML формат (Фигура 30).



Фигура 30: Изглед на въведените данни за електронна рецепта на уеб конзолата

5. Заключение

Настоящата дипломна работа има за цел да представи модел и компютърна реализация на семантична оперативна съвместимост при обмен на данни базиран на свободно достъпна и широка разпространена спецификация openEHR с отворен код. Реализацията на модела и софтуерната му имплементация са демонстрирани с типичен пример, заимстван от системата на българското здравеопазване. Разглежда се процеса на изпращането на данни за предписани лекарства от общопрактикуващите лекари към НЗОК с цел реимбурсиране на одобрените по НЗОК лекарства. Комуникацията на общопрактикуващите лекари с НЗОК е избрана неслучайно, защото така е потърсен по- значим социален ефект от резултатите на дипломната работа. Анализиран е подробно XSD модела за представяне на тези данни във формата, публикуван от НЗОК. В дипломната работа е установено, че процесът на обмен на данни е еднопосочен към НЗОК. При това XSD моделът на НЗОК съдържа твърде ограничен семантичен контекст. Например, този модел не съдържа данни за ефективността от приложението на едно или друго лекарство, предписвано за социално значими заболявания, не поддържа валидиране използваните терминологии. Основният недостатък на този модел е, че не е съвместим с международните стандартите и спецификации за обмен на данни. В случая на българското здравеопазване това не позволява да се управляват оптимално финансовите ресурси на НЗОК.

В дипломната работа е изучена и приложена спецификацията openEHR с цел трансформиране на XSD модела на НЗОК за данни от рецепти на общопрактикуващи лекари към Референтния модел на openEHR. За целта е моделиран и имплементиран модел на архетип на рецепта в съответствие с Обектния Модел на Архетипи в openEHR. Моделът на архетипа е експортиран в съответен на него оперативен темплейт, който позволява създаване на инстанции на рецепти по спецификацията openEHR. Създадена е виртуална машина, където е инсталирана машина за управление на такива инстанции (EHRServer). Полученият оперативен темплейт е валидиран, както на тази локална машина, така и на openEHR машина, достъпна публично в облачното пространство. Създадено е клиент- сървър приложение, което доказва основната хипотеза в дипломната работа, Първо, доказано е, че модел на данни на НЗОК за издадена рецепта от общопрактикуващ лекар може да се трансформира по спецификацията openEHR . Второ, приложението на openEHR спецификацията позволява семантична оперативна съвместимост между хетерогенни доставчици на клинични данни, каквито в конкретния случай се явяват общопрактикуващите лекари. Това са едни от основните приноси в дипломната работа. Разработката на клиент- сървър приложението по openEHR спецификация не е тривиален процес и подробното документиране на този процес е един от съпътстващите приноси в дипломната работа. Изготвеният абстрактен модел на архетип за описва детайлно процесите и различните етапи от инсталиране и конфигуриране на

EHRServer сървър, компютърно моделиране и разработка на архетипи и оперативен темплейт за електронен здравен запис тип електронна рецепта в съответствие с изискванията на НЗОК за отчитане на договорни партньори аптеки, привеждане на инстанция на EHRServer работен режим и зареждане на готовия оперативен темплейт, разработка на web базиран PHP клиент за създаване, извличане и визуализиране на документи тип електронна рецепта към ЕЗЗ на за пациент, дизайн и моделиране на заявки за извличане на информация в EHRServer и изпълнение на тези заявки от web PHP клиент.

В заключение ще отбележа, че в процеса на разработка на дипломната разобта се запознах и разучих детайлно с стандартите за ЕЗЗ и спецификацията openEHR с отворен код. Научих се как да инсталирам и администрирам EHRServer.Научих и упражних практически технологиите за рзработка на web приложения с RESTful API уеб услуги и съпътстващите технологии PHP/HTML/Javascript/HTML/CSS/XML/JSON разработка на клиентско приложение. Разработеният прототип на информационна система решава конкретен проблем в системата на българското здравеопазване като за целта са използвани са реални модели на данни от НЗОК. В дипломната работа е демонстрирано как тези данни могат да се трансформират в информационен модел с дуална архитектура и така да се реализира семантична оперативна съвместимост при обмен на данни между две системи.

Създадените в процеса на разработка на дипломната работа виртуална машина – платформа с конфигурирана и работеща инстанция на EHRServer, оперативен темплейт и web клиент са използвани като част от процеса по изпълнение на задачите по Работен Пакет 1 от Национална научна програма «Електронно здравеопазване в България (е-Здраве)».

Резултатите и процеса на разработка на дипломната работа са публикувани(представени за публикуване) в следните научни доклади:

- **Knowledge Management with openEHR Server**
  Evgeniy Krastev, Petko Kovatchev, Simeon Abanos Faculty of Mathematics and Informatics, Доклад на Трета Национална конференция „Общественото здраве – капиталът на бъдещето“ 30 Май – 01 Юни 2019 г., приет за отпечатване- (виж **Приложение 1**)
- **Software Implementation of the EU Patient Summary with Archetype Concepts**
  Evgeniy Krastev, Dimitar Tcharaktchiev, Lyubomir Kirov, Petko Kovatchev, Simeon Abanos, Alexandrina Lambova, Eighth International Conference on Global Health Challenges, GLOBAL HEALTH 2019, September 22, 2019 to September 26, 2019 - Porto, Portugal (submitted, contribution number is 70059, see **Приложение 2**)

Бъдещите планове за развитие на дипломната работа включват изпълнение на заявки с Archetype Query Language и графична визуализация на визуализация на изпълнението на тези заявки в клиента, както и автоматизирането на процеса по импортиране на данни в клиента от релационни и нерелационни бази от данни.

6. Приложения

Приложение 1

From: "БНДОЗ конференция" <congress.bssph@gmail.com>
To: "Evgeni Krustev" <eck@fmi.uni-sofia.bg>
Sent: Tuesday, May 14, 2019 12:27:05 PM
Subject: Fwd: Трета Национална конференция „Общественото здраве - капиталът на бъдещето“

Уважаеми проф. Евгений Кръстев ,

Вашето резюме е прието успешно за представяне на Трета Национална конференция „Общественото здраве - капиталът на бъдещето“, която ще се проведе на 30 май-01 юни 2019 г. в Медицински университет - Пловдив.

Приложено, изпращаме Ви

ПРОГРАМА на Трета Национална конференция „Общественото здраве - капиталът на бъдещето“, която ще се проведе на 30 май-01 юни 2019 г. в Медицински университет - Пловдив

Изисквания към **доклади:**
1. Презентациите са с времетраене 10 мин. (+ 5 мин. за обсъждане);
2. Презентациите трябва да са информативни и добре онагледени;
3. Презентациите трябва да бъдат предоставени преди началото на всяка сесия.

Постерите на Националната конференция ще бъдат представени в електронен вид на екран. Този подход отменя необходимостта да отпечатвате на хартия.
Изискването е: постерите да са оформени в "power point" формат презентация. Прилагаме Ви презентацията, която трябва да използвате. Времетраене до 3 мин. (+ 2 мин. за въпроси). Презентацията Ви трябва да съдържа не повече от 5 слайда.

Моля, така подготвените постери да бъдат изпратени на e-mail адрес:
bndoz.conference2019@abv.bg до **24.05.2019 г.**

Напомняме, че пълните текстове на Вашите разработки ще бъдат публикувани в списание "Здравна политика и мениджмънт". Срок за изпращане на пълнотекстови доклади до **20.05.2019 г.** Повече информация на https://bssph.org/?page_id=1190

С уважение
Организационен екип

Приложение 2

----- Original Message -----
From: "IARIA Confirmation" <confirmation@iariasubmit.org>
To: "Evgeni Krustev" <eck@fmi.uni-sofia.bg>
Cc: "confirmation log" <confirmation.log@iariasubmit.org>
Sent: Tuesday, June 11, 2019 1:31:52 AM
Subject: GLOBAL HEALTH 2019: You have submitted contribution 70059

Dear Evgeniy Krastev,

Thank you for submitting the **contribution number 70059 to GLOBAL HEALTH 2019**. Your contribution title is "**Software Implementation of the EU Patient Summary with Archetype Concepts**" and it was submitted as:

contribution type: 1. regular paper [in the proceedings, digital library]
content type: academic research

Note that in order to complete your contribution submission, you still have to upload your contribution.
For "regular paper", a .doc or .pdf file can be uploaded. The article is expected to be up to 6 pages long, but can be up to 10 pages long - subject to additional registration costs. See formatting and templates below.
For "short paper (work in progress)", a .doc or .pdf file can be uploaded. The article is expected to be up to 4 pages long. See formatting and templates below.
For "idea: two pages", a maximum 2 page proposal can be uploaded. See formatting and templates below.

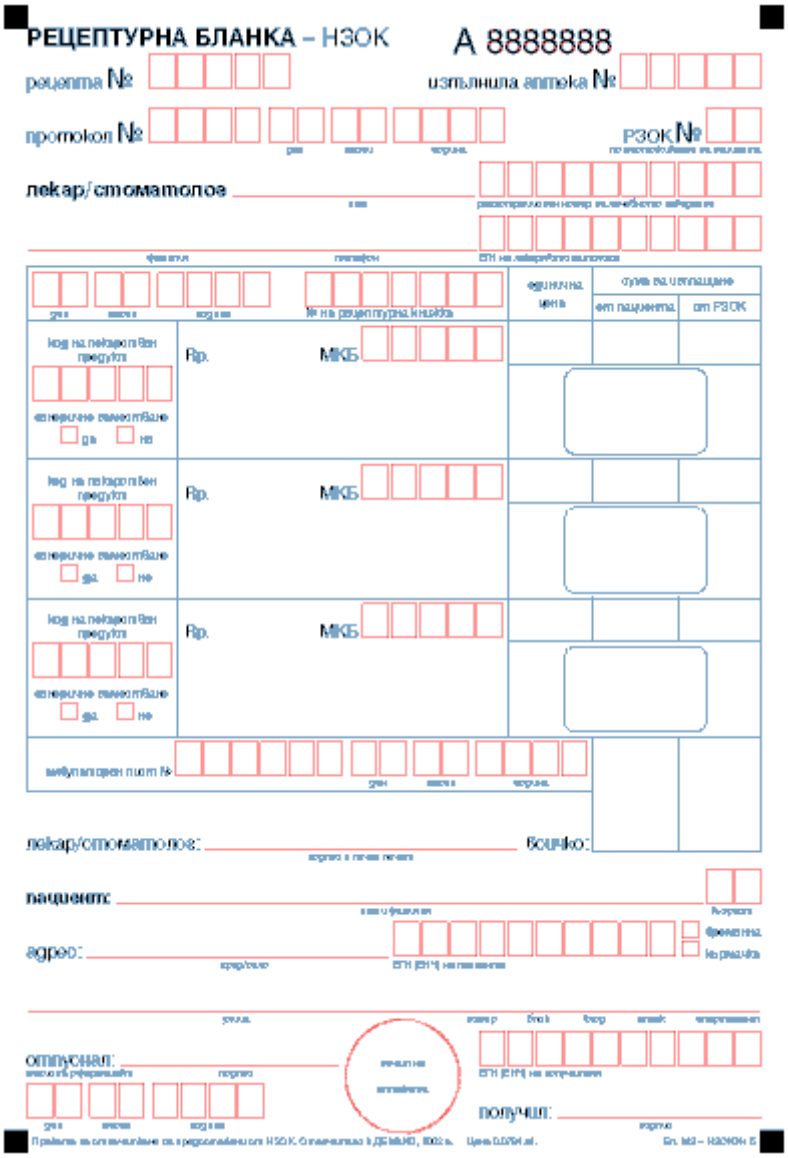
For "extended abstract: two pages", a maximum 2 page proposal can be uploaded. See formatting and templates below.
For "poster: two pages", a maximum 2 page proposal can be uploaded. See formatting and templates below.
For "poster: slide only", a set of 6-8 slides can be uploaded. There are no specific templates for this purpose, so you can use any template.
For "presentation: slide only", a set of 12-14 slies can be uploaded. There are no specific templates for this purpose, so you can use any template.
For "demo: two pages", a maximum 2 page proposal can be uploaded. There is no specific required format.
For "doctoral forum submission", a .doc or .pdf file can be uploaded. The article is expected to be around 6 pages long. See formatting and templates below.

Formatting and templates
For the contribution types requiring format, use this: http://www.iaria.org/formatting.doc
For LaTex templates, please refer to: http://www.iaria.org/IEEE_CS_Latex.zip
Contributions can be uploaded as rtf, doc, and pdf format.
If your email client does not allow clickable URLs, you can still access your contribution by navigating to http://www.iariasubmit.org/conferences/contact and using the following data:
event: GLOBAL HEALTH 2019
contributionid: 70059
userid: 87126020188-pid-1560205908.77-770098-492167-770130
passcode: 1560205908.8-281141-681435-73952-5583

Should you have any questions, please reply to this email.
Cheers,
Organizing Committee

Приложение 3

“Рецептурна бланка-НЗОК” – бл. МЗ-НЗОК N. 5



Използвана литература

[1] SNOMED CT, „SNOMED CT International. Leading healthcare terminology, worldwide," 2019. [Онлайн]. Available: https://www.snomed.org/.

[2] openEHR, „3. The EHR Information Model," The openEHR Foundation, December 2018. [Онлайн]. Available: https://specifications.openehr.org/releases/RM/latest/ehr.html#_the_ehr_information_model. [Отваряно на 4 May 2019].

[3] G. Freriks , G. de Moor и D. Kalra, „White paper: Archetype paradigm: an ICT revolution is needed. The EPR of the future demands flexible plug-and-play exchange between ICT systems.," 13 March 2007. [Онлайн]. Available: http://www.eurorec.org/files/filesPublic/ArchetypeParadigmFeb2007.pdf. [Отваряно на 2 March 2019].

[4] .T. Beale, „Archetypes, constraint-based domain models for future-proof information systems," в OOPSLA conference, Boston, Seattle, Washington, 2002.

[5] Ocean Informatics, „Clinical Knowledge Manager," 2019. [Онлайн]. Available: https://www.openehr.org/ckm/. [Отваряно на 10 April 2019].

[6] Министерство на здравеопазването, „Техническо задание за изграждане на единно национално Електронно медицинско досие(ЕМД) /Електронен здравен запис (ЕЗЗ)," 27 December 2018. [Онлайн]. Available: http://www.mh.government.bg/media/filer_public/2018/12/27/tekhnichesko_zadanie_po_obsobena_pozitsiia_1.pdf. [Отваряно на 2 March 2019].

[7] К. К. Дикова, „Информационна система и информа;ционно осигуряване на здравеопазването в Република Българиял Д," НАЦИОНАЛЕН ЦЕНТЪР ПО ОБЩЕСТВЕНО ЗДРАВЕ И АНАЛИЗИ , 2014. [Онлайн]. Available: http://ncphp.government.bg/files/avtoreferat_Dikova.pdf. [Отваряно на 2019].

[8] T. Benson, Principles of Health Interoperability HL7 and SNOMED, Springer, 2010.

[9] B. Blobel, „Interoperable EHR Systems – Challenges, Standards and Solutions," European Journal of Biomedical Informatics , том 14, № 2, pp. 10-19, 2018.

[10] eHealth Network, „Refined eHealth European Interoperability Framework," 23 November 2015. [Онлайн]. Available: https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/ehealth/docs/ev_20151123_co03_en.pdf. [Отваряно на 4 May 2019].

[11] Български Институт за Стандартизация, „БДС ISO 13606-1:2012. Информатика в здравеопазването. Обмен на здравни досиета. Част 1. Модел за справка.," БДС, 20 December 2012.

[12] Health Level Seven, „HL7 Version 2.5.1 Implementation Guide: Electronic Laboratory Reporting to Public Health.Release1.1 - US Realm," Health Level Seven International, 2014.

[13] Health Level Seven.Templates Work Group, „HL7 Templates Registry Business Process Requirements Analysis," Health Level Seven International, 2014.

[14] P. Schloeffel, B. Thomas, G. Hayworth, S. Heard и L. Heather, „The relationship between CEN 13606, HL7, and openEHR," в HIC 2006 and HINZ 2006 , 2006.

[15] M. McNickle, „8 common questions about HL7. Interoperability: the 'ultimate IT goal of the modern healthcare system'," 25 April 2012. [Онлайн]. Available: https://www.healthcareitnews.com/news/8-common-questions-about-hl7/page/0/1. [Отваряно на 1 March 2019].

[16] HL7, „HL7. FHIR R4," 27 December 2018. [Онлайн]. Available: https://www.hl7.org/fhir/. [Отваряно на 2019].

[17] openEHR Foundation, „10. Archetypes and Templates," openEHR, December 2018. [Онлайн]. Available: https://specifications.openehr.org/releases/BASE/latest/architecture_overview.html#_archetypes_and_templates. [Отваряно на 4 May 2019].

[18] González-Ferrer и M. Peleg, „Understanding requirements of clinical data standards for developing interoperable knowledge-based DSS: A case study,“ Computer Standards & Interfaces, том 42, pp. 125-136, 2015.
[19] CaboLabs, „CloudEHRServer,“ 2019. [Онлайн]. Available: https://cloudehrserver.com/. [Отваряно на 10 Apr 2019].
[20] P. P. Gutiérrez, „Towards the Implementation of an openEHR-based Open Source EHR Platform (a vision paper),“ в MEDINFO 2015: EHealth-enabled Health: Proceedings of the 15th World Congress on Health and Biomedical Informatics, São Paulo, Brazil, 2015.
[21] Ocean Health Systems, „Archetype Editor,“ 2015.
[22] Ocean Health Systems, „Template Designer,“ [Онлайн]. Available: https://oceanhealthsystems.com/products/template-designer.
[23] Национална Здравна Осигурителна Каса, „Формат на XML файл за отчитане на исковете на аптеките-договорни партньори на НЗОК - в сила от 01.04.2019 г.,“ 2019. [Онлайн]. Available: https://www.nhif.bg/get_file?uuid=86CAD15F5F432255E05400144FFB42AE.
[24] E. Krastev, P. Kovatchev и S. Abanos, „Knowledge Management with openEHR Server,“ в Трета Национална конференция „Общественото здраве – капиталът на бъдещето“, Пловдив, 2019.
[25] D. Monera, J. A. Maldonado и . M. Robles, „Archetype modeling methodology,“ Journal of Biomedical Informatics, том 79, pp. 71-81, 2018.
[26] E. Krastev, D. Tcharaktchiev, K. Lyubomir Kirov, P Kovatchev , S. Abanos и A. Lambova, „Software Implementation of the EU Patient Summary with Archetype Concepts,“ в Eighth International Conference on Global Health Challenges, GLOBAL HEALTH 2019, Porto, Portugal, 2019.
Rector, R. Qamar и T. T. Marley, „Binding ontologies and coding systems to electronic,“ Appl. Ontol. , pp. 51–69,, 2009.