

УДК 004.22

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ OPEN SOURCE ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СТАНДАРТИЗИРОВАННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ

Копаница Георгий Дмитриевич,

канд. техн. наук, доцент кафедры оптимизации систем управления
Института кибернетики Томского политехнического университета, Россия,
634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30; доцент Томского Государственного
архитектурно-строительного университета, Россия, 634003, г. Томск,
пл. Соляная, д. 2. E-mail: georgy.kopanitsa@gmail.com

Тараник Максим Алексеевич,

аспирант кафедры оптимизации систем управления Института кибернетики
Томского политехнического университета,
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30. E-mail: taranik@tpu.ru

Актуальность работы обусловлена потребностью использования гибких и тривиальных программных средств для визуализации стандартизированных медицинских данных.

Цель работы: *Используя средства open source реализовать представление стандартизированных медицинских данных, структура которых регламентирована стандартом ISO 13606.*

Методы: *Для структурирования медицинских данных был использован стандарт клинической информации ISO 13606, который описывает структуру данных для передачи их между различными медицинскими информационными системами. Для преобразования данных в стандартный формат был применен канонический подход, при котором данные из различных систем преобразовывались к архетипной модели ISO 13606. JavaScript библиотеки с открытым программным кодом (open source). Среда разработки MS Visual Studio.*

Результаты: *Для работы с имеющимся набором медицинских архетипов была разработана информационная модель, описанная на языке XML. Используя open source библиотеки JavaScript, были построены диаграмма показателей инсулина и уровня сахара в крови пациента, а также динамическая диаграмма, определяющая уровень сахара в крови пациента.*

Выводы: *Применяя средства open source (библиотек JavaScript), разработчик получает многообразие готовых решений в виде шаблонов, используя которые реализуются гибкие и тривиальные способы графического представления медицинских данных.*

Ключевые слова:

Open source, визуализация, архетипы, JavaScript, ISO 13606.

Введение

Одним из наиболее важных аспектов при работе с персональными медицинскими записями (ПМЗ) является пользовательский интерфейс. Разработка простых и удобных средств отображения клинического статуса пациента особенно актуальна при наблюдении за пациентами в престарелом возрасте. Такие средства реализуются в рамках подхода ALL (Ambient Assisted Living). В основе данного подхода лежит концепция, предполагающая разработку интеллектуальных систем для обработки данных, полученных при помощи различных сенсорных устройств, объединенных в сеть и расположенных по всему периметру дома наблюдаемого пациента [1–5]. Также подход AAL направлен на разработку специальных средств, таких как социальные сети (social networking) [6] и веб-сервисы, позволяющие пациенту удаленно взаимодействовать с медицинским персоналом [7]. Для формирования полного и развернутого представления о клиническом статусе пациента необходимо данные из различных источников. Таким образом, данный подход требует стандартизации хранимых данных.

Стандарты хранения клинических данных не дают ответа на вопрос о представлении медицин-

ской информации пользователю [8–12]. Эта проблема стала следствием ранее проведенных исследований, направленных на разработку методов визуализации стандартизированных медицинских данных [13]. Одним из таких стандартов является стандарт ISO 13606, позволяющий описывать медицинские документы любой сложности. Однако сами медицинские концепции, описываемые архетипом, являются семантически несвязными. Таким образом, если пользователь хочет определить референтный интервал для поля с физической величиной (Physical Quantity, PQ), это будет обработано системой только в том случае, если она заведомо знает, что референтный интервал должен быть связан с определенным полем архетипа. Решением данной проблемы может быть разработка модели верхнего уровня, которая будет дополнять собой модель данных стандарта ISO 13606 [14].

При использовании стандартизированных медицинских данных разработка графического пользовательского интерфейса требует дополнительных временных и финансовых затрат для его реализации. Таким образом, пользовательский интерфейс разрабатывается под конкретные EHR (Electronic Healthcare Records) системы [15]. Одним из способов представления стандартизированной

ванных медицинских данных является применение средств open source, использующих библиотеки JavaScript [16, 17]. В качестве хранилища информации для работы с данными библиотеками обычно выступают файлы с расширением JBOS или csv. Однако стандартизированные медицинские данные представлены в формате XML [8, 18–20].

Целью настоящей статьи является исследование средств open source на предмет их использования для визуализации стандартизированных медицинских данных. В соответствие с целью был обозначен следующий ряд задач:

- Определить существующие средства open source для решения задачи представления медицинских данных.
- Разработать инструментарий для визуализации клинических архетипов, основанных на стандарте ISO 13606.
- Осуществить проверку разработанного инструмента визуализации стандартизированных медицинских данных на клинических результатах наблюдения за пациентом с сахарным диабетом.

Методы и материалы

Для проведения исследования был определен набор медицинских данных пациента с сахарным диабетом, полученных из [21–23]. Данный набор был сформирован медицинскими работниками посредством автоматизированного фиксирования соответствующих клинических показателей в различные периоды времени наблюдения за пациентом. Для настоящего исследования полученный набор данных был представлен в виде совокупности архетипов, структура которых определена стандартом ISO 13606 [18]. Данная структура представлена в виде XML файла, хранящего данные из разнородных источников. Также такой формат необходим для сохранения семантики при

передаче данных между различными EHR системами. Для преобразования данных в требуемый формат используется канонический подход, предусматривающий преобразование данных из модели информационной системы в каноническую модель для обмена клинической информацией. Последняя модель является архетипной моделью стандарта ISO 13606 [10]. Для определения характеристик визуализации медицинских данных была разработана информационная модель (ИМ) [22], представляющая собой XML схему. Используемые в проекте библиотеки JQuery [16, 17] применялись для построения статических и динамических диаграмм с целью определения корреляции между уровнем сахара в крови и инсулином в различные периоды наблюдения: ежедневный, еженедельный и ежемесячный. В качестве среды разработки интерфейса использовалась MS Visual Studio, полученные результаты визуализации были отображены с применением браузера Mozilla Firefox.

Результаты

Используемая совокупность медицинских данных была определена как соответствующая совокупность архетипов, которая позволяет совершать обмен данной медицинской информацией между пользователями. Определенные архетипы представляют собой совокупность XML файлов. Настоящие медицинские данные, необходимые для представления пользователю в графическом виде, были получены из различных EHR систем. Различные данные, представленные различными архетипами, были объединены в группы. Характеристики визуализации медицинских данных, описанные в ИМ, определяют тип диаграмм, а также другие свойства конечного графического представления пользователю. Применяя соответствующий шаблон для отображения данных, результатом визуализации становится сгенерированная HTML стра-

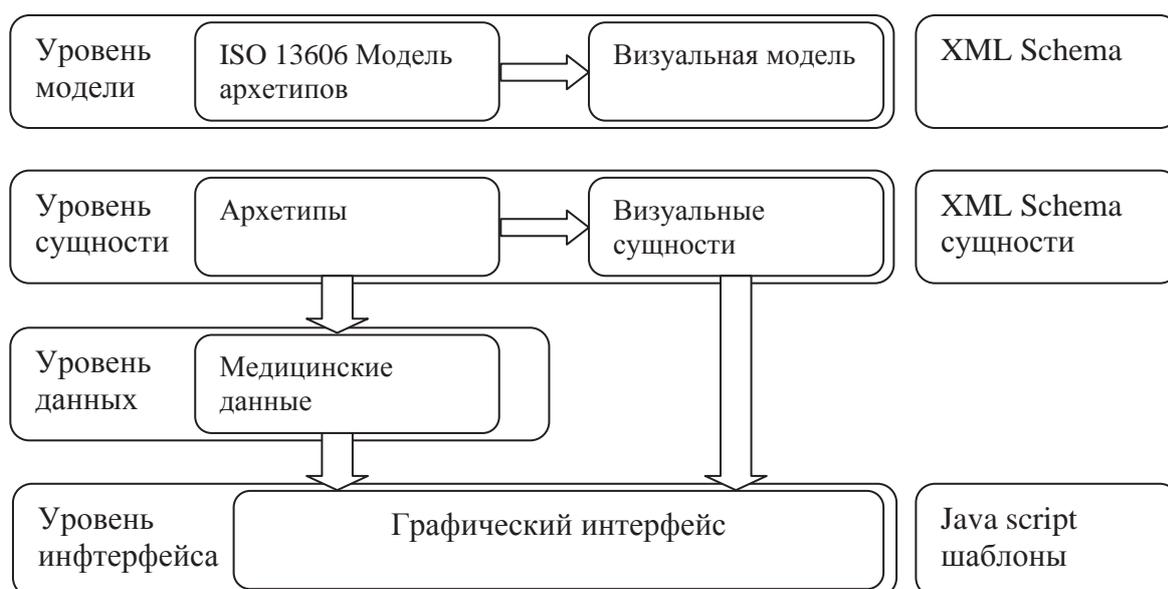


Рис. 1. Процесс визуализации медицинских данных

ница с диаграммой, за построение которой отвечают библиотеки JavaScript. На рис. 1 представлен процесс модельного преобразования, обеспечивающий графическое отображение медицинских данных пользователю.

Визуальная модель (Visual model) основана на архетипной модели стандарта ISO 13606. Уровень сущности (Instance layer) содержит архетипы, а также информационную модель представления данных (Visual Medical Concept). На уровне данных (Data layer) происходит связь файлов ИМ (Visual Medical Concept) с файлами XML, содержащими медицинские данные. На следующем уровне представления медицинских данных применяются JavaScript шаблоны для графического отображения диаграмм. Результаты настоящей работы представлены на рис. 2–5. Данные диаграммы отображают динамику изменения различных зафиксированных клинических параметров пациента в различное время. Диаграмма на рис. 2 демонстрирует совокупность различных параметров, опреде-

ленных различными архетипами, но содержащихся в одном медицинском документе. Данные архетипы описывают различные показания инсулина пациента: регулярный инсулин (regular insulin), инсулин НПХ (NPH insulin), а также содержания сахара в крови (Glucose).

На шаблоне, изображенном на рис. 3, также представлены данные, характеризующие динамику изменения уровня сахара в крови пациента, однако он позволяет масштабировать необходимые части диаграммы для более детального просмотра.

Гибкость применяемых шаблонов позволяет отображать необходимые медицинские данные в любой форме. Таким образом, модифицировав одни из представленных выше шаблонов, были получены графики, изображенные на рис. 4, 5. На рис. 4 показана динамика изменения уровня сахара в крови пациента (Glucose) а также пульса (Pulse). Более того, на данном графике отображен нормальный интервал первого показателя (Glucose norm).

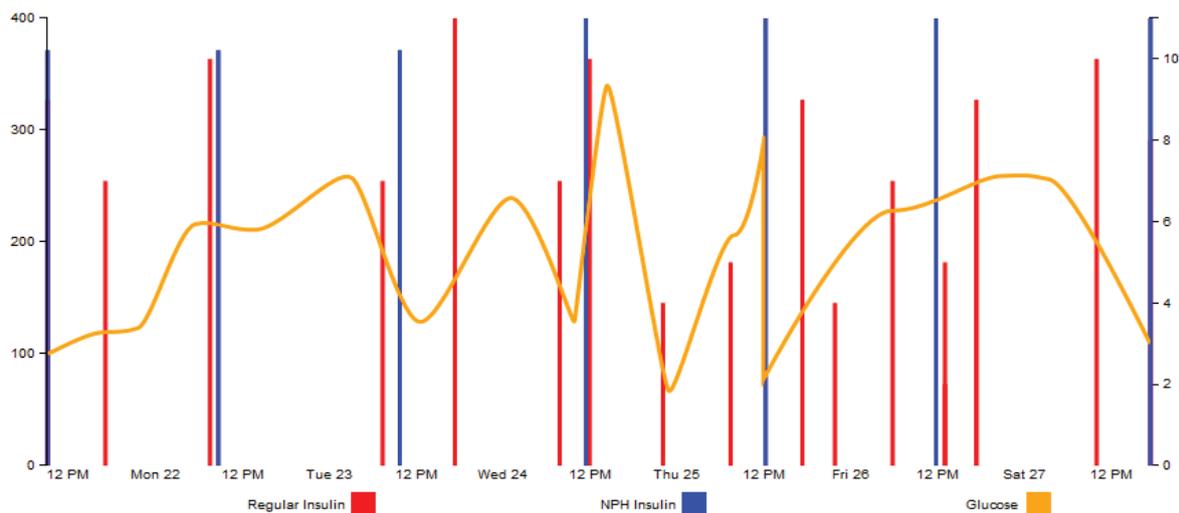


Рис. 2. Диаграмма показателей инсулина и уровня сахара в крови пациента

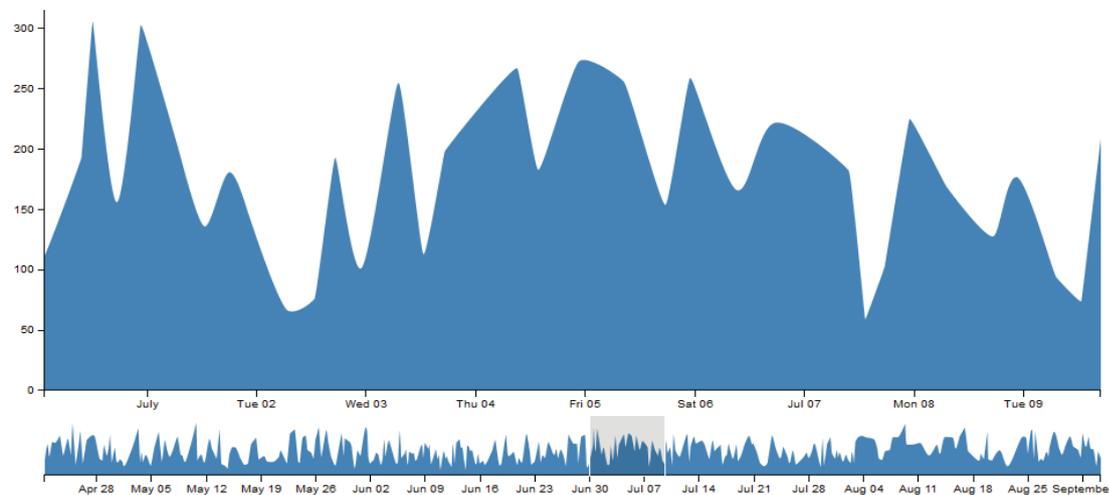


Рис. 3. Динамическая диаграмма уровня сахара в крови пациента

На заключительной диаграмме (рис. 5) представлены такие показатели, как уровень сахара в крови (Glucose) с нормальным интервалом, артериальное давление (Pressure) и пульс (Pulse). Крайняя точка линии артериального давления, наиболее близкая к оси абсцисс, характеризует нижнюю планку показателя. Планка верхней границы давления отображена точкой максимально отдаленной от оси абсцисс.

Практическая реализация представленных выше клинических диаграмм была выполнена с применением открытой графической библиотеки D3JS [16]. Одним из наиболее важных достоинств использования данной библиотеки является ассоциативный набор тегов, отвечающих за соответствующие блоки представленной диаграммы. Так, например, диаграмма, изображенная на рис. 1, имеет такие блоки, как графическая область, блок

графиков, шкала глюкозы, шкала инсулина, шкала дат и легенда (рис. 6).

Основной элемент – графическая область – является контейнером и содержит весь набор остальных блоков, представленных как графические элементы, описанные на языке масштабируемой векторной графики (SVG). Данный элемент прикрепляется в body секции HTML документа с определенными параметрами (рис. 7).

Представленные на рис. 6 шкалы определяют значения для соответствующих показателей глюкозы и инсулина, представленных осью ординат, а также времени, значения которого расположены на оси абсцисс. Для добавления осей на диаграмму была использована следующая кодовая конструкция (рис. 8, 9):

Для построения соответствующих графиков на диаграмме применяются три различных метода

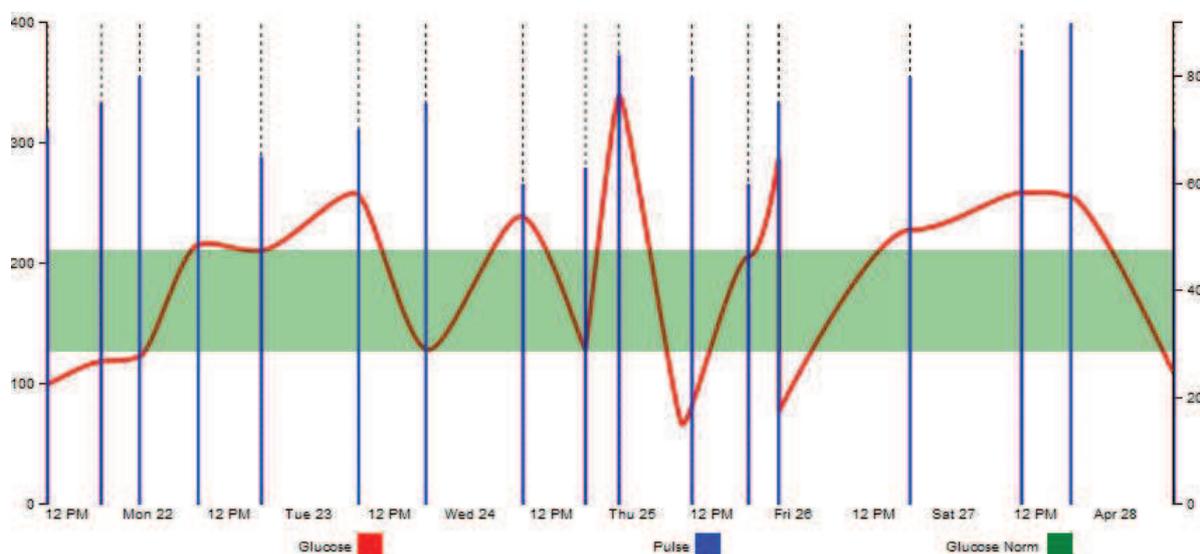


Рис. 4. Диаграмма показателей пульса и уровня сахара в крови пациента

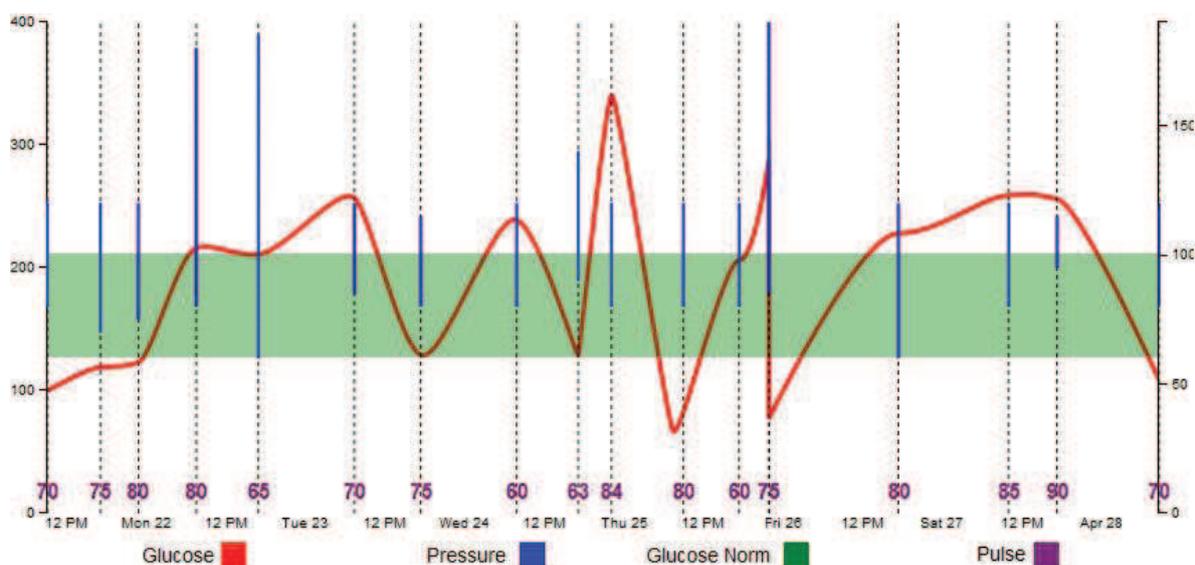


Рис. 5. Диаграмма показателей пульса, артериального давления и уровня сахара в крови пациента

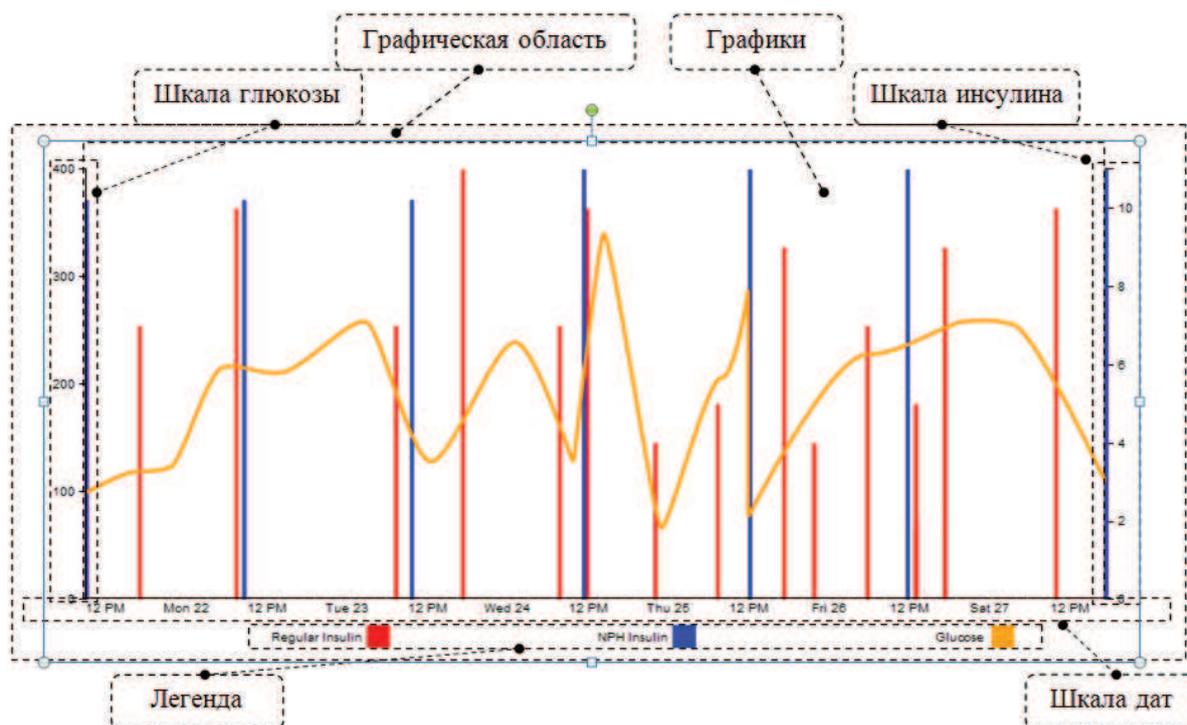


Рис. 6. Блоки библиотеки D3JS

```
var svg = d3.select("body").append("svg:svg")
    .attr("width", w + m[1] + m[3])
    .attr("height", h + m[0] + m[2])
    .append("svg:g")
    .attr("transform", "translate(" + m[3] + "," + m[0] + ")");
```

Рис. 7. Код элемента «графическая область»

```
svg.append("svg:g")
    .attr("class", "y axis")
    .attr("transform", "translate(" + w + ",0)")
    .call(yAxis);
```

Рис. 8. Код добавления оси ординат

```
svg.append("svg:g")
    .attr("class", "x axis")
    .attr("transform", "translate(0," + h + ")")
    .call(xAxis);
```

Рис. 9. Код добавления оси абсцисс

(рис. 10, 11), обрабатывающих хранящиеся данные. Для построения динамики изменения инсулина применяется гистограмма (bar chart), а для отображения динамики показателя глюкозы применяется кривая линия (curve line).

Область легенды, представленная на рис. 1, также является SVG элементом, состоящим из элементов прямоугольника и текстового элемента. На рис. 12 представлен код добавления легенды для обозначения представленных гистограмм инсулина и графика изменения глюкозы пациента.

Обсуждение

Представленный в настоящем исследовании подход, определяющий метод визуализации медицинских данных с применением графических библиотек JavaScript, несомненно, требует дальнейшего всестороннего изучения. Перспектива такого подхода заключается в удачном применении средств open source, определяющих графическое представление клинической информации для отображения медицинского документа, хранящегося в XML файле и определяющего содержание данно-

```

values.forEach(function (d) {
    d.Date = parse(d.Date);
    d.Insulin = +d.Insulin;});
x.domain([values[0].Date, values[values.length - 1].Date]);
y.domain([0, d3.max(values, function (d) { return d.Insulin;
})]).nice();
svg.selectAll(".data")
    .data(data)
    .enter().append("line")
    .attr("class", "bin")
    .attr("x1", function (d) { return x(d.Date); })
    .attr("x2", function (d) { return x(d.Date); })
    .attr("y1", h)
    .attr("y2", function (d) { return y(d.Insulin); });

```

Рис. 10. Код добавления гистограммы инсулина

```

var line = d3.svg.line()
    .interpolate("monotone")
    .x(function (d) { return x(d.Date); })
    .y(function (d) { return y(d.Glucose); });
values.forEach(function (d) {
    d.Date = parse(d.Date);
    d.Glucose = +d.Glucose; });
x.domain([values[0].Date, values[values.length - 1].Date]);
y.domain([0, d3.max(values, function (d) { return d.Glucose;
})]).nice();
svg.append("svg:clipPath")
    .attr("id", "clip")
    .append("svg:rect")
    .attr("width", w)
    .attr("height", h);
svg.append("svg:path")
    .attr("class", "line")
    .attr("clip-path", "url(#clip)")
    .attr("d", line(values));

```

Рис. 11. Код добавления кривой линии глюкозы

```

var legend = svg.selectAll(".legend")
    .data(color.domain())
    .enter().append("g")
    .attr("class", "legend")
    .attr("transform", "translate(-500," + (h + 20) + ")");
legend.append("rect")
    .attr("x", w - 80)
    .attr("width", 18)
    .attr("height", 18)
    .style("fill", "red");
legend.append("text")
    .attr("x", w - 84)
    .attr("y", 9)
    .attr("dy", ".35em")
    .style("text-anchor", "end")
    .text("Regular Insulin");
legend.append("rect")
    .attr("x", w + 410)
    .attr("width", 18)
    .attr("height", 18)
    .style("fill", "orange");
legend.append("text")
    .attr("x", w + 404)
    .attr("y", 9)
    .attr("dy", ".35em")
    .style("text-anchor", "end")
    .text("Glucose");

```

Рис. 12. Код добавления области легенды

го представления. В дальнейшем вышеописанный метод представления клинической информации может быть успешно применен в медицинских информационных, а также интеллектуальных медицинских системах, имеющих веб интерфейс и использующих стандартизированный подход к организации и хранению данных электронной истории болезни (ЭИБ) на основе формата ISO 13606. Так медицинский специалист сможет принимать эффективные клинические решения, основываясь на представленной динамике изменения медицинских показателей пациента, полученных лабораторными исследованиями или при проведении осмотров, с последующим занесением в ЭИБ. Помимо представленных в настоящей работе примеров визуализации динамики изменений таких показателей, как регулярный инсулин (regular insulin), инсулин ПНХ (NPH insulin), уровень сахара в крови (Glucose), пульс (Pulse), артериальное давление (Pressure), а также нормированных значений некоторых из них, также возможно представление интерфейса интерактивной ЭМК в целом. При реализации вышеприведенных примеров в качестве инструментов для создания графических представлений использовались разработки, представленные проектами «Data-Driven Documents» [16], а также «Flot» [17]. Также к подобным средствам можно отнести открытую библиотеку «Formatting Objects Processor» (FOP) [24]. Данная библиотека позволяет генерировать PDF документы с графическими представлениями медицинских данных в

формате «Scalable Vector Graphics» (SVG). Однако для работы совершения данных преобразований на платформе .NET в среде разработки MS Visual Studio необходима среда выполнения IKVM [25]. Данная среда также относится к компонентам open source. Описанный в настоящей работе метод был реализован для конкретных медицинских данных пациента с сахарным диабетом, применяемые для их визуализации шаблоны были настроены вручную.

Заключение

Полученные решения способствуют реализации гибких и тривиальных способов графического представления медицинских данных. Используя библиотеки JavaScript, разработчик получает мощный инструмент для создания графических элементов. Дополнительным достоинством средств open source является многообразие уже разработанных шаблонов – готовых решений. При данном подходе разработчику необходимо внести минимальные коррективы в исходный код для получения соответствующего графического представления клинической информации. Результат такого представления является простым и информативным, что особенно важно для пациентов, в частности для пациентов в престарелом возрасте. Таким образом, использование средств open source позволит значительно снизить финансовые затраты при создании EHR систем, а также сократить время разработки пользовательского интерфейса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Sousa F., Viola L., Ferreira L. et al. An ecosystem of products and systems for ambient intelligence – the AAL4ALL users perspective // *Studies in health technology and informatics*. – 2012. – № 177. – P. 263–271.
- Munoz A., Serrano E., Villa A. et al. An approach for representing sensor data to validate alerts in Ambient Assisted Living // *Sensors*. – 2012. – № 12 (5). – P. 6282–6306.
- Fernandez-Llatas C., Garcia-Gomez J.M., Vicente J. et al. Behaviour patterns detection for persuasive design in Nursing Homes to help dementia patients // *IEEE Engineering in Medicine and Biology Society: Annual International Conference*. – Boston, Aug. 30 – Sept. 3, 2011. – P. 6413–6417.
- Chen C., Haddad D., Selsky J. et al. Making sense of mobile health data: an open architecture to improve individual- and population-level health // *Journal of medical Internet research*. – 2012. – № 14 (4). – P. 112–117.
- Aquilano M., Cavallo F., Bonaccorsi M. et al. Ambient Assisted Living and ageing: Preliminary results of RITA project // *IEEE Engineering in Medicine and Biology Society: Annual International Conference*. – San Diego, Aug. 28 – Sept. 1, 2012. – P. 5823–5826.
- Demski H., Hildebrand C., Lopez Bolos J. et al. Technical requirements of a social networking platform for senior citizens // *Studies in health technology and informatics*. – 2012. – № 180. – P. 818–822.
- Cascado D., Romero S.J., Hors S. et al. Virtual worlds to enhance Ambient-Assisted Living // *IEEE Engineering in Medicine and Biology Society: Annual International Conference*. – Buenos Aires, Aug. 31 – Sept. 4, 2010. – P. 212–215.
- Veseli H., Kopanitsa G., Demski H. Standardized EHR interoperability – preliminary results of a German pilot project using the archetype methodology // *Studies in health technology and informatics*. – 2012. – № 180. – P. 646–650.
- Model driven development of clinical information systems using openEHR / K. Atalag, H.Y. Yang, E. Tempero, J. Warren // *Studies in health technology and informatics*. – 2011. – № 169. – P. 849–853.
- Cios K.J., Moore G.W. Uniqueness of medical data mining // *Artificial intelligence in medicine*. – 2002. – № 26 (1). – P. 1–24.
- Van der Linden H., Austin T., Talmon J. Generic screen representations for future-proof systems, is it possible? There is more to a GUI than meets the eye // *Computer methods and programs in biomedicine*. – 2009. – № 95 (3). – P. 213–226.
- Generic screen representations for future proof systems – is it possible? Two-model approach to a generic GUI / H. van der Linden, T. Schuler, R. Chen, J. Talmon // *Studies in health technology and informatics*. – 2007. – № 129 (P. 2). – P. 1122–1126.
- Fonseca T., Ribeiro C., Granja C. Vital signs in intensive care: automatic acquisition and consolidation into electronic patient records // *Journal of medical systems*. – 2009. – № 33 (1). – P. 47–57.
- Raghupathi W., Umar A. Upper-level ontologies for health information systems. Towards an archetype patterns approach // *Methods of information in medicine*. – 2011. – № 50 (3). – P. 285–295.
- User interface of MUDR electronic health record / P. Hanzlicek, J. Spidlen, H. Heroutova, M. Nagy // *International journal of medical informatics*. – 2005. – № 74 (2). – P. 221–227.
- Data-Driven Documents. URL: <http://d3js.org/> (дата обращения: 15.02.2013).

17. Attractive JavaScript plotting for jQuery. URL: <http://www.flotcharts.org/> (дата обращения: 15.02.2013).
18. Rinner C., Kohler M., Hubner-Bloder G. et al. Creating ISO/EN 13606 archetypes based on clinical information needs // *Studies in health technology and informatics*. – 2011. – № 165. – P. 43–48.
19. Duftschmid G., Wrba T., Rinner C. Extraction of standardized archetyped data from Electronic Health Record systems based on the Entity-Attribute-Value Model // *International journal of medical informatics*. – 2010. – № 79 (8). – P. 585–597.
20. Semantic validation of standard-based electronic health record documents with W3C XML schema / C. Rinner, S. Janzek-Hawlat, S. Sibinovic, G. Duftschmid // *Methods of information in medicine*. – 2010. – № 49 (3). – P. 271–280.
21. Mola E. Patient empowerment, an additional characteristic of the European definitions of general practice/family medicine // *The European journal of general practice*. – 2013. – № 19 (2). – P. 128–131.
22. Kopanitsa G. Standard based multiclient medical data visualization // *Studies in health technology and informatics*. – 2012. – № 180. – P. 199–203.
23. UC Irvine Machine Learning Repository. URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Diabetes> (дата обращения: 10.02.2013).
24. The Apache FOP Project. URL: <http://xmlgraphics.apache.org/fop/> (дата обращения: 15.02.2013).
25. IKVM.NET HomePage. URL: <http://ikvm.net/> (дата обращения: 15.02.2013).

Поступила 02.09.2013 г.

UDC 004.22

APPLYING OPEN SOURCE DATA VISUALIZATION TOOLS TO STANDARD BASED MEDICAL DATA

Georgy D. Kopanitsa,

Cand. Sc., Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russia; Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya sq., Tomsk, 634003, Russia. E-mail: georgy.kopanitsa@gmail.com

Maksim A. Taranik,

Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russia. E-mail: taranik@tpu.ru

The urgency of the paper deals with the necessity of using flexible and simple software tools for standard-based medical data visualization.

The aim of the study: to implement ISO 13606 standard-based medical data visualization using open source tools.

The methods: ISO 13606 is an archetype clinical standard. A canonical approach and Open source JavaScript libraries are used for data transformation. MS Visual Studio is the development environment.

The results: For working with medical set of archetypes the XML informational model was developed. Using open source JavaScript libraries the insulin and blood sugar and dynamic blood sugar diagrams were constructed.

Conclusion: Applying the open source tools (JavaScript libraries) a developer gains a variety of prepared solutions which realize flexible and simple methods for standard-based medical data representation.

Key words:

Open source, visualization, archetypes, JavaScript, ISO 13606.

REFERENCES

1. Sousa F., Viola L., Ferreira L. An ecosystem of products and systems for ambient intelligence – the AAL4ALL users perspective. *Studies in health technology and informatics*, 2012, no. 177, pp. 263–271.
2. Munoz A., Serrano E., Villa A. An approach for representing sensor data to validate alerts in Ambient Assisted Living. *Sensors*, 2012, no. 12 (5), pp. 6282–6306.
3. Fernandez-Llatas C., Garcia-Gomez J.M., Vicente J. Behaviour patterns detection for persuasive design in Nursing Homes to help dementia patients. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. Boston, Aug. 30 – Sept. 3, 2011. pp. 6413–6417.
4. Chen C., Haddad D., Selsky J. Making sense of mobile health data: an open architecture to improve individual- and population-level health. *Journal of medical Internet research*, 2012, no. 14 (4), pp. 112–117.
5. Aquilano M., Cavallo F., Bonaccorsi M. Ambient Assisted Living and ageing: Preliminary results of RITA project. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. San Diego, Aug. 28 – Sept. 1, 2012. pp. 5823–5826.
6. Demski H., Hildebrand C., Lopez Bolos J. Technical requirements of a social networking platform for senior citizens. *Studies in health technology and informatics*, 2012, no. 180, pp. 818–822.
7. Cascado D., Romero S.J., Hors S. Virtual worlds to enhance Ambient-Assisted Living. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. Buenos Aires, Aug. 31 – Sept. 4, 2010. pp. 212–215.
8. Veseli H., Kopanitsa G., Demski H. Standardized EHR interoperability – preliminary results of a German pilot project using the archetype methodology. *Studies in health technology and informatics*, 2012, no. 180, pp. 646–650.
9. Atalag K., Yang H.Y., Tempero E., Warren J. Model driven development of clinical information systems using openEHR. *Studies in health technology and informatics*, 2011, no. 169, pp. 849–853.
10. Cios K.J., Moore G.W. Uniqueness of medical data mining. *Artificial intelligence in medicine*, 2002, no. 26 (1), pp. 1–24.

11. Van der Linden H., Austin T., Talmon J. Generic screen representations for future-proof systems, is it possible? There is more to a GUI than meets the eye. *Computer methods and programs in bio-medicine*, 2009, no. 95 (3), pp. 213–226.
12. Van der Linden H., Schuler T., Chen R., Talmon J. Generic screen representations for future proof systems – is it possible? Two-model approach to a generic GUI. *Studies in health technology and informatics*, 2007, no. 129 (P. 2), pp. 1122–1126.
13. Fonseca T., Ribeiro C., Granja C. Vital signs in intensive care: automatic acquisition and consolidation into electronic patient records. *Journal of medical systems*, 2009, no. 33 (1), pp. 47–57.
14. Raghupathi W., Umar A. Upper-level ontologies for health information systems. Towards an archetype patterns approach. *Methods of information in medicine*, 2011, no. 50 (3), pp. 285–295.
15. Hanzlicek P., Spidlen J., Heroutova H., Nagy M. User interface of MUDR electronic health record. *International journal of medical informatics*, 2005, no. 74 (2), pp. 221–227.
16. *Data-Driven Documents*. Available at: <http://d3js.org/> (accessed 15 February 2013).
17. *Attractive JavaScript plotting for jQuery*. Available at: <http://www.flotcharts.org/> (accessed 15 February 2013).
18. Rinner C., Kohler M., Hubner-Bloder G. Creating ISO/EN 13606 archetypes based on clinical information needs. *Studies in health technology and informatics*, 2011, no. 165, pp. 43–48.
19. Duftschmid G., Wrba T., Rinner C. Extraction of standardized archetyped data from Electronic Health Record systems based on the Entity-Attribute-Value Model. *International journal of medical informatics*, 2010, no. 79 (8), pp. 585–597.
20. Rinner C., Janzek-Hawlat S., Sabinovic S., Duftschmid G. Semantic validation of standard-based electronic health record documents with W3C XML schema. *Methods of information in medicine*, 2010, no. 49 (3), pp. 271–280.
21. Mola E. Patient empowerment, an additional characteristic of the European definitions of general practice/family medicine. *The European journal of general practice*, 2013, no. 19 (2), pp. 128–131.
22. Kopanitsa G. Standard based multiclient medical data visualization. *Studies in health technology and informatics*, 2012, no. 180, pp. 199–203.
23. *UC Irvine Machine Learning Repository*. Available at: <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Diabetes> (accessed 10 February 2013).
24. *The Apache FOP Project*. Available at: <http://xmlgraphics.apache.org/fop/> (accessed 15 February 2013).
25. *IKVM.NET Home Page*. Available at: <http://ikvm.net/> (accessed 15 February 2013).