

УДК 004.42

Е.Б. Волощук<sup>1</sup>, О.М. Берест<sup>2</sup>, Е.Е. Гринева<sup>1</sup> ХНУРЭ, г. Харьков, Украина, olena.voloshchuk@nure.ua<sup>2</sup> ХНУРЭ, г. Харьков, Украина, olesia.berest@nure.ua

## РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОТОТИПА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ Г. ХАРЬКОВА

Статья посвящена разработке и реализации прототипа информационно-аналитической системы для ведения учета в стационарных отделениях медицинских учреждений г. Харькова. Для этого был проведен анализ предметной области и существующих медицинских информационных систем, выявлены их сильные и слабые стороны. Также были сформулированы требования к системе, выбрана архитектура и средства реализации в соответствии со сформулированными требованиями. Кроме того, были определены роли пользователей системы в соответствии с профессиями пользователей в медицинских учреждениях и спроектирована база данных.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА, МЕДИЦИНСКОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ, БАЗА ДАННЫХ, РОЛЬ, ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ

### Введение

В медицинской сфере от достоверности и актуальности данных зависят здоровье и жизнь пациентов. И к этим данным относится не только история болезни пациента, но и полный анамнез жизни, последние результаты анализов и функциональных исследований, результаты анализов в динамике, а также наличие или отсутствие медикаментов в медицинском учреждении.

На сегодняшний день в большинстве харьковских государственных медицинских учреждениях нет информационных систем, которые аккумулируют все данные, необходимые для быстрого и грамотного оказания медицинской помощи. Те же учреждения, которые используют собственные системы для ведения медицинского учета, имеют в распоряжении только данные, полученные в результате оказания медицинской помощи пациенту в данном медицинском учреждении. В случае повторной госпитализации пациента в связи с рецидивом заболевания (например, через год) либо с лечением в смежном стационарном отделении с другой нозологией, отсутствие структурированной системы сбора, хранения и обработки данных оказания медицинской помощи каждого конкретного пациента существенно замедляет процесс непосредственного оказания медицинской помощи.

Наличие единой информационной системы для всех медицинских учреждений позволит собрать всю необходимую для оказания медицинской помощи информацию в единой базе данных. Такой подход позволит лечащему врачу в любой момент получить всю необходимую информацию о пациенте. Кроме того, ведение учета медикаментов позволит вовремя осуществлять заказ дефицитных лечебных средств и их трансфер в установленном порядке из одного медицинского учреждения в другое. Учитывая, что в здравоохранении отсутствует утвержденная методика расчета стоимости оказания медицинской помощи, а сами подходы к лечению пациента сугубо индивидуальны, такая

система в дальнейшем позволит существенно облегчить расчеты стоимости лечения, определение потребности в финансовых ресурсах учреждения, переход к страховой медицине.

Стоит также отметить, что постоянное пополнение базы данных и хранение медицинских записей в формализованном виде позволит собирать статистику и проводить интеллектуальный анализ данных. На сегодняшний день медицинские записи пациентов хранятся в архивах и не доступны для оцифровки и анализа.

### 1. Анализ существующих медицинских систем

На сегодняшний день на украинском рынке информационных систем существует три медицинские информационные системы: «УниМед»[1], «Lakmus»[2], «Эмсимед»[3].

Система «УниМед» позволяет организовать регистрацию пациентов, систематизирование процесса обработки, протоколирование, хранение и оперативный доступ к карточкам пациентов, в которых хранятся все сведения о проведенных исследованиях, назначениях, процедурах и результатах, как в текстовой, так и в графической формах, с поддержкой современного медицинского стандарта DICOM-3.0. Может быть синхронизирована с практически любым типом медицинского оборудования. Система поддерживает работу с 4 языками (украинский, английский, русский, испанский). Для внедрения системы на рабочей станции должна быть установлена ОС Windows версии XP. Стоимость внедрения и сопровождения зависит от функциональных возможностей каждой рабочей станции.

«Lakmus» — это современная облачная система управления медицинским учреждением. Система позволяет организовать работу регистратуры, бухгалтерии, руководства. Также система предоставляет возможность работать со страховыми компаниями и лабораториями, вести учет пациентов поликлиники, хранить медицинские записи

каждого пациента. Вся вычислительная часть системы находится на защищённых, сверхмощных серверах. В качестве рабочей станции может быть использован компьютер или смартфон с возможностью выхода в Интернет. Оплата системы осуществляется в зависимости от количества приемов пациентов в месяц.

Медицинская информационная система «ЭМСИМЕД» представляет собой собираемое из модулей решение для автоматизации большинства процессов, происходящих в лечебно-профилактических учреждениях. Существуют модули для обеспечения работы регистратуры, аптечного склада, бухгалтерии, лаборатории, поликлинических и стационарных отделений, прочее. Для внедрения системы на рабочей станции должна быть установлена операционная система Windows, а также .NET Framework версии 3.5. Стоимость внедрения и сопровождения зависит от функциональных возможностей каждой рабочей станции.

К достоинствам рассмотренных систем стоит отнести:

- синхронизацию с медицинским оборудованием («УниМед»);
- многоязычность («УниМед»);
- поддержка стандарта DICOM-3.0 («УниМед», «ЭМСИМЕД»);
- простота внедрения («Lakmus»).

К недостаткам рассмотренных систем стоит отнести:

- одноплатформенность системы («УниМед», «ЭМСИМЕД»);
- сложность в обновлении («УниМед», «ЭМСИМЕД»);
- отсутствие гарантии безопасности хранимых данных («Lakmus»);
- отсутствие общего хранилища данных для нескольких медицинских учреждений («УниМед», «ЭМСИМЕД», «Lakmus»).

## 2. Постановка задачи

Анализ существующих систем показал, что на сегодняшний день не существует медицинской информационной системы, которая позволяла бы аккумулировать все медицинские данные пациента в одной базе данных, вне зависимости от того, в каком медицинском учреждении пациент проходил лечение. Более того, ни одна из существующих на сегодняшний день медицинских систем не предоставляет возможности для проведения интеллектуального анализа собранных данных. Таким образом, целью авторов данной статьи является разработка и реализация прототипа информационно-аналитической системы для ведения учета в стационарных отделениях медицинских учреждений г. Харькова.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- обобщение и формализация данных предметной области;

- выбор средств реализации;
- проектирование базы данных;
- определение перечня ролей пользователей системы и прав доступа в соответствии с ролью;
- разработка интерфейса пользователей;
- частичная реализация функционала системы.

Требования к системе:

- обеспечение безопасности хранимых данных пациентов;
- соответствие справочной информации системы действующему законодательству Украины и нормативно-правовым актам, которые определяют деятельность предприятий, учреждений и организаций здравоохранения;
- хранение данных в формализованном виде;
- обеспечение целостности данных;
- тонкое разграничение прав доступа пользователей;
- возможность получения данных в любой момент времени в соответствии с правами доступа пользователя.

## 3. Архитектура системы и средства реализации

Информационно-аналитическая система будет иметь трехуровневую архитектуру. Трёхуровневая архитектура – архитектурная модель программного комплекса, предполагающая наличие в нём трёх компонентов: клиента, сервера приложений (к которому подключено клиентское приложение) и сервера баз данных (с которым работает сервер приложений).

Схема трехуровневой архитектуры представлена на рис. 1.

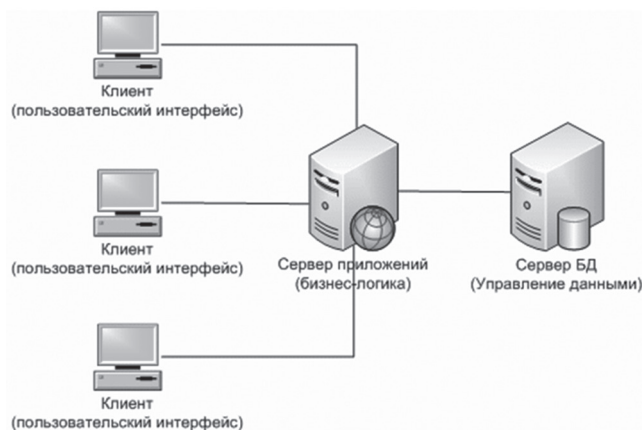


Рис. 1. Трёхуровневая архитектура информационной системы

После проведения анализа предметной области и формулирования требований к системе было принято решение использовать СУБД Oracle 11g Enterprise edition[4]. Выбор данной СУБД связан с обеспечением высокой безопасности и сохранности данных, что является самым главным требованием к системам медицинского сектора. Кроме того, СУБД данной версии не имеет ограничений по объему хранимых данных и включает в себя интегрированный комплекс аналитических

инструментов, позволяющих осуществлять интерактивную аналитическую обработку данных.

Для обеспечения максимальной сохранности данных предполагается использование компонента Oracle Advanced Security. Oracle Advanced Security обеспечивает прозрачное шифрование данных, хранящихся в базе, а также перемещающихся по сети. Все соединения СУБД Oracle могут быть зашифрованы с помощью OAS. Опция OAS позволяет защищать все входящие и исходящие соединения СУБД Oracle. Для каждого соединения создается секретный ключ, обеспечивающий безопасность всего сетевого трафика. OAS делает невозможным скрытую модификацию, добавление или удаление части передаваемых данных.

Для проведения интеллектуального анализа данных необходим компонент Oracle Advanced Analytics. Продукт Oracle Advanced Analytics реализует концепцию аналитики, встроенной в базу данных, перемещая алгоритмы к данным, хранящимся в Oracle Database 11 g и Oracle Exadata. Это отличается от традиционного подхода, основанного на перемещении данных к алгоритмам и требующего дополнительных затрат на извлечение данных из хранилищ и их загрузку в ноутбуки или специализированные сервера. На основе Oracle Advanced Analytics можно создавать аналитические приложения в режиме реального времени, которые помогают получать ответы на ключевые вопросы бизнеса. Выполнение аналитических алгоритмов непосредственно в базе данных Oracle Database 11 g, т.е. там же, где хранятся данные, позволяет повысить производительность аналитической системы и обеспечить ее безопасность в масштабе всего предприятия.

В качестве интерфейса системы было выбрано веб-приложение, так как каждая рабочая станция в любом медицинском учреждении должна иметь возможность в любой момент получить информацию из общего хранилища данных. Другой аргумент в пользу веб-приложения – централизованная настройка и обновление системы. Кроме того, веб-приложения платформо-независимые, что позволит сэкономить средства при внедрении системы. Средой разработки интерфейса системы был выбран Oracle Application Express (Oracle APEX)[5]. Он представляет собой свободную среду для быстрого создания и разворачивания веб-приложений, которая позволяет разрабатывать быстрые и надежные профессиональные приложения, используя для этого лишь только веб-браузер.

#### 4. Определение ролей пользователей

Система предполагает тонкое разграничение прав доступа для различных категорий пользователей. Первая категория – контент менеджеры, к ним будут относиться рабочий персонал медицинского учреждения, а именно врачи, медсестры, фармацевты, лаборанты. В процессе выполнения своих обязанностей, они будут получать

персонализированную информацию и вносить в систему новые данные о пациентах, которые позже будет анализировать пользователи второй категории. Ко второй категории относятся эксперты-медики. Эта категория пользователей будет получать обезличенные данные. Существует также третья категория пользователей – администраторы системы. К ним относятся администраторы БД, а также разработчики приложения.

В рамках данной статьи будут определены роли первой категории пользователей. Согласно справочнику квалификационных характеристик профессий сотрудников системы здравоохранения, утвержденному приказом Министерства здравоохранения 28.10.2002 №345[6,7], сотрудники системы здравоохранения делятся на следующие категории:

- специалисты;
- профессионалы;
- профессионалы в области медико-профилактического дела;
- профессионалы в области стоматологии;
- профессионалы в области фармации;
- рабочие;
- технические служащие;
- руководители;
- другие профессионалы в области медицины.

В рамках данной работы будут рассмотрены только те профессии, которые непосредственно относятся к процессу оказания медицинской помощи пациентам в стационарных условиях, а также профессии, в перечень обязанностей которых входит организация процесса оказания медицинской помощи. В табл. 1 представлены профессии сотрудников здравоохранения в соответствии с категориями.

**Таблица 1**  
**Рассмотренные профессии в соответствии с категориями справочника квалификационных характеристик**

Категория	Профессии
Руководители	– главный врач; – заместитель главного врача; – заведующий отдела (аптеки, базы аптечной); – заведующий лаборатории (контрольно-аналитической); – заведующий отделением.
Профессионалы	– врач (с указанием специальности); – врач по ультразвуковой диагностике; – врач по радионуклидной диагностике.
Другие профессионалы в области медицины	– врач-лаборант; – врач по функциональной диагностике; – врач-эндоскопист; – врач-рентгенолог.
Профессионалы в области фармации	– провизор.
Специалисты	– лаборант; – фармацевт; – старшая медицинская сестра.

Роли пользователей определяются в соответствии с профессиями сотрудников медицинского учреждения. Каждый пользователь получает информацию, которая соотносится непосредственно к его медицинскому учреждению и структурному подразделению. В табл. 2 представлены профессии в соответствии с ролью пользователя в системе.

Таблица 2

**Профессии сотрудников медицинских учреждений в соответствии с ролью пользователя в системе**

Роль	Профессия
«Главный врач»	– главный врач; – заместитель главного врача;
«Заведующий отделением»	– заведующий отделением.
«Сотрудник аптеки»	– заведующий отдела (аптеки, базы аптечной); – фармацевт; – провизор.
«Сотрудник лаборатории»	– заведующий лаборатории (контрольно-аналитической); – врач-лаборант; – лаборант;
«Лечащий врач»	– врач (с указанием специальности).
«Врач приемного отделения»	– врач приемного отделения.
«Старшая медицинская сестра»	– старшая медицинская сестра.
«Врач-исследователь»	– врач радионуклидной диагностики; – врач по ультразвуковой диагностике; – врач по функциональной диагностике; – врач рентгенолог; – врач-эндоскопист.

### 5. Проектирование базы данных

Процесс проектирования базы данных был разбит на несколько этапов, в соответствии с характеристикой хранимых в таблицах данных. Так схема базы данных состоит из 7 фрагментов, которые логически связаны между собой за счет наличия общих таблиц и связей между ними.

Фрагмент схемы базы данных «Устройство медицинского учреждения» включает в себя ряд таблиц, связей и ограничений, которые характеризуют внутреннюю структуру медицинских учреждений. Этот фрагмент описывает медицинское учреждение, лабораторию, аптеку, отделения, их профили, палаты и койки, сотрудников, их профессии и роли, распределение сотрудников по медицинским учреждениям и структурным подразделениям.

Фрагмент схемы базы данных «Устройство аптеки» включает в себя ряд таблиц, связей и ограничений, которые описывают принципы функционирования аптеки. Этот фрагмент описывает препараты и изделия медицинского назначения в соответствии с АТС[8], группами медицинского

учета, формами выпуска, дозировками и т.д. Также в данном фрагменте схемы базы данных описан процесс поступления препаратов и изделий медицинского назначения в аптеку медицинского учреждения и последующие распределение препаратов на структурные подразделения.

Фрагмент схемы базы данных «Устройство лаборатории» включает в себя ряд таблиц, связей и ограничений, которые описывают принципы функционирования лаборатории, а именно анализы и их параметры в соответствии с заборным материалом, граничные значения каждого из параметров анализа, расходы реагентов на проведение анализов.

Фрагмент схемы базы данных «Анамнез жизни пациента» включает в себя ряд таблиц, связей и ограничений, которые описывают важные для медицины стороны жизни пациента. Этот фрагмент включает паспортные данные пациента, информацию о хронических и перенесенных заболеваниях в соответствии Международным классификатором болезней 10-го пересмотра (МКБ-10)[9], информацию об аллергиях, присвоении группы инвалидности, диспансерном учете и прочее.

Фрагмент схемы базы данных «Операции, исследования, процедуры» включает в себя ряд таблиц, связей и ограничений, которые включают в себя справочную информацию об операциях, медицинских процедурах и исследованиях.

Фрагмент схемы базы данных «История болезни: документация» включает в себя ряд таблиц, связей и ограничений, которые содержат данные, необходимые для формирования документов. К документам относятся формы 003/о – медицинская карта стационарного больного и 066/о – карта пациента, который выбыл из стационара, утвержденные Приказом Министерства здравоохранения Украины 14.02.2012 №110 (в редакции Приказа Министерства здравоохранения Украины 21.01.2016 № 29)[10]. Этот фрагмент содержит данные для ведения статистики, например, с каким результатом пациент выписался из стационара, а также общие сведения о прохождении лечения: стационарное отделение, лечащий врач, время поступления и выписки.

Фрагмент схемы базы данных «История болезни: назначения» включает в себя ряд таблиц, связей и ограничений, которые содержат информацию о назначении медикаментов, процедур и операций. В данном фрагменте описано, какие медикаменты были назначены пациенту, какие и когда были приняты, а также информация о проведенных исследованиях и операциях, кем они были проведены и результаты.

### 6. Разработка интерфейса

В рамках данной работы был разработан и частично реализован функционал для двух типов пользователей – врача приемного отделения и администратора. Все страницы веб-приложения

являются закрытыми для неавторизованного пользователя, при попытке получения доступа к веб-приложению появляется страница аутентификации. При успешной аутентификации, осуществляется авторизация пользователя. Если пользователь является администратором системы, он попадает на страницу с перечнем всех медицинских учреждений, зарегистрированных в системе, представленную на рис. 2.

Рядковий номер	Назва	ЄДРПОУ	Інформація	Адрес
1	Обласний клінічний центр урології та нефрології ім. В. І. Шанова	1234544		Харківська область, Харківський район, Харків, Московський проспект, 195
2	Харківська обласна клінічна лікарня	1234579		Харківська область, Харківський район, Харків, проспект Незалежності, 13
3	ЦЕКСМС	1234578		Харківська область, Харківський район, Харків, провулок Баварська, 5

Рис. 2. Страница с перечнем всех медицинских учреждений

Администратор имеет возможность перемещаться между страницами системы, используя меню в левой части экрана, представленное на рис. 3.

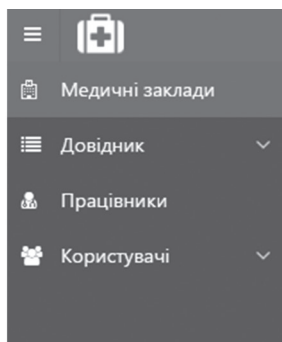


Рис. 3. Меню пользователя с ролью «Администратор»

Администратор может вносить справочную информацию в систему, добавлять сотрудников медицинского учреждения и распределять их между структурными подразделениями в соответствии с их профессиями, а также создавать пользователей. На рис. 4 представлена страница с перечнем справочной информации в системе, разбитой на категории.

Для документації	Аптека
Код країни	Розмірності
Результат лікування	Форма випуску
Відновлення працездатності	Єдиниці вимірювання
Пильова категорія	АТС коди
Резистентність	Групи медичного обліку
Лікування онкології	Каталог найменувань
Співпадіння діагнозу (у випадку смерті)	Довідник найменувань (за формою випуску)
Причини розбіжності діагнозу (у випадку смерті)	Виробники
Документи, що засвідчують особу	Каталог препаратів та медичних засобів (за виробниками)
Загальне	Лабораторія
Типи відділень	Досліджувані матеріали
Перелік професій	Аналізи

Рис. 4. Страница «Справочник»

Если аутентифицированный пользователь является врачом приемного отделения, то система определяет, к какому медицинскому учреждению принадлежит сотрудник, после чего пользователь с ролью «Врач приемного отделения» попадает на

страницу «Регистратура» с перечнем всех пациентов, поступивших на лечение в медицинское учреждение через приемное отделение, к которому относится пользователь. Интерфейс данной страницы представлен на рис. 5.

Для документації	Аптека
Код країни	Розмірності
Результат лікування	Форма випуску
Відновлення працездатності	Єдиниці вимірювання
Пильова категорія	АТС коди
Резистентність	Групи медичного обліку
Лікування онкології	Каталог найменувань
Співпадіння діагнозу (у випадку смерті)	Довідник найменувань (за формою випуску)
Причини розбіжності діагнозу (у випадку смерті)	Виробники
Документи, що засвідчують особу	Каталог препаратів та медичних засобів (за виробниками)
Загальне	Лабораторія
Типи відділень	Досліджувані матеріали
Перелік професій	Аналізи

Рис. 5. Страница «Регистратура»

Врач приемного отделения имеет возможность перемещаться между страницами системы, используя меню, представленное на рис. 6.

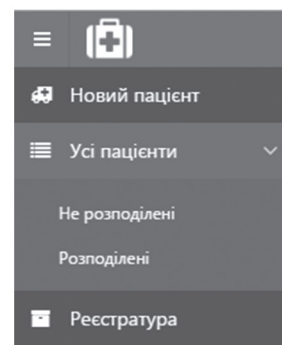


Рис. 6. Меню пользователя с ролью «Врач приемного отделения»

Врач приемного отделения имеет возможность добавлять данные о новом пациенте и вносить информацию о поступлении пациента на стационарное лечение, включая заполнение данных анамнеза жизни, анамнеза болезни, определение диагноза при госпитализации и распределение пациента к конкретное медицинское учреждение. На рис. 7 представлена страница поиска пациента по паспортным данным.

ПІБ	Дата Народження	Паспорт	Обрати
Кошопан Степан Васильович	12.12.1967	BM 123456	Обрати
Сторона Василь Вікторович	07.06.1956		Обрати

Рис. 7. Страница поиска пациента по паспортным данным

## Выводы

В статье описан процесс разработки и частичной реализации прототипа информационно-аналитической системы для медицинских учреждений г. Харькова. Данный прототип может быть

использован для разработки полноценной информационно-аналитической системы, направленной на улучшение функционирования стационарных отделений медицинских учреждений города Харькова. Процесс разработки включал анализ предметной области, определение основных процессов предметной области, которые нуждаются в автоматизации, а также участников этих процессов.

Кроме того, были рассмотрены существующие на рынке медицинские информационные системы. Не смотря на то, что на украинском рынке уже существуют информационные системы, направленные на удовлетворение нужд медицинского сектора, они обладают рядом недостатков, главными из которых являются одноплатформенность систем, а также отсутствие возможности создания единой базы данных для всех медицинских учреждений города.

Также в процесс разработки прототипа входил этап определения групп пользователей системы. Другой этап разработки – проектирование базы данных системы с учетом всех особенностей предметной области. Были выбраны средства реализации, возможности которых позволяют снизить затраты на обслуживание системы, а также сэкономят время при ее обновлении.

На этапе реализации прототипа информационно-аналитической системы был разработан интерфейс пользователей с ролями «Администратор» и «Врач приемного отделения», а также частично реализован функционал для данных видов пользователей.

#### Список литературы:

1. УниМед – медицинская информационная система для госпиталя [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.unimed.com.ua/> – 2012 г. – Загл. с экрана.
2. Laktus. Медицинская информационная система [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://laktus.org/> – 2016 г. – Загл. с экрана.
3. Что такое «ЭМСИМЕД» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.mcmed.ua/ru/about> – 2016 г. – Загл. с экрана.
4. Oracle Database Enterprise Edition 11g [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=25106> – 27.01.2011 г. – Загл. с экрана.
5. Введение в Oracle Application Express [Электронный ресурс] / Статья написана на основе официальной документации фирмы Oracle – Режим доступа: <http://www.orahome.ru/ora-apex/42> – 11.13.2007 г. – Загл. с экрана.
6. Наказ Міністерства охорони здоров'я України про затвердження переліків закладів охорони здоров'я, лікарських, провізорських посад та посад молодших спеціалістів з фармацевтичною освітою у закладах охорони здоров'я №345 [Електронний ресурс] / Режим доступа: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0892-02> – 10.03.2017 г. – Загл. с экрана <http://www.jurnal.org/articles/2009/inf32.html>.
7. Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників: Вип. 78 «Охрана здоров'я» / Міністерство охорони здоров'я України; Міністерство праці та соціальної політики України. – К., 2002. – 372 с.
8. Анатомо-терапевтично-химическая классификация (АТС) [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://compendium.com.ua/atc> – 2017 г. – Загл. с экрана.
9. Анатомо-терапевтично-химическая классификация (АТС) [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://compendium.com.ua/atc> – 2017 г. – Загл. с экрана.
10. Наказ Міністерства охорони здоров'я України про внесення змін до первинних облікових форм та інструкцій щодо їх заповнення № 29 [Електронний ресурс] / Режим доступа: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0230-16> – 21.01.2016 г. – Загл. с экрана <http://www.jurnal.org/articles/2009/inf32.html>.

*Поступила в редколлегию 16.06.2017*