

УДК 004.94

Гоян Д.І., бакалаврант, Краснокутська І.В., к.ф.-м.н.  
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

## СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБЛІКУ ШВЕДСЬКО-УКРАЇНСЬКОГО МЕДИЧНОГО ЦЕНТРУ ANGELHOLM

**Гоян Д.І., Краснокутська І.В. Система автоматизації обліку шведсько-українського медичного центру Angelholm.** Керування та облік створюють добрий імідж установи, що надає широкий спектр медичних послуг. Дана робота присвячується розробці програмного забезпечення для клініки Angelholm з метою підвищення зручності роботи персоналу та швидкості обслуговування пацієнтів.

Ведення документації лікарем займає надто багато часу, він заповнює безліч реєстраційних форм, протоколів, карток. Запропонована нами спеціалізована система дає змогу легко вести повний медичний документообіг, облік роботи лікарів та черги пацієнтів із використанням сучасних інформаційних технологій.

**Ключові слова:** автоматизація медицини, система медичної статистики, електронні медичні карти та протоколи, Groovy, Grails, Hibernate, Jasper, ZK, Spring Security, DICOM.

**Гоян Д.И., Краснокутская И.В. Система автоматизации учета шведско-украинского медицинского центра Angelholm.** Управление и учет создают хороший имидж учреждения, предоставляющего широкий спектр медицинских услуг. Данная работа посвящается разработке программного обеспечения для клиники Angelholm с целью повышения удобства работы персонала и скорости обслуживания пациентов.

Ведение документации врачом занимает слишком много времени, он заполняет множество регистрационных форм, протоколов, карт. Предложенная нами специализированная система дает возможность легко вести полный медицинский документооборот, учет работы врачей и очереди пациентов с использованием современных информационных технологий.

**Ключевые слова:** автоматизация медицины, система медицинской статистики, электронные медицинские карты и протоколы, Groovy, Grails, Hibernate, Jasper, ZK, Spring Security, DICOM.

**Hoian D.I., Krasnokutskaya I.V. The Accounting Automation System for Swedish-Ukrainian Clinic Angelholm.** Management and accounting build good impression for the organization that provides wide range of medical services. This work is devoted to software development for Clinic Angelholm with the aim to increase the convenience of staff work and the speed of patient service.

Physicians spend too much time to maintain the documentation, they have to fill out lots of registration forms, protocols, cards. Suggested specialized system gives the opportunity to maintain complete medical documentation and accounting of physicians work and patients queue without efforts and with application of up-to-date informational technologies.

**Keywords:** automation of health care, medical statistics system, electronic medical records and protocols, Groovy, Grails, Hibernate, Jasper, ZK, Spring Security, DICOM.

**Постановка проблеми та її зв'язок із важливими практичними завданнями.** Характеристикою сучасного суспільства є проникнення провідних інформаційних технологій в усі галузі людської діяльності. Медична галузь також розвивається і на стику медицини та інформаційних технологій виникають питання автоматизації роботи лікарень, аптек, діагностичних центрів та інших медичних установ.

Основною метою автоматизації є об'єднання різноманітних процесів як адміністративних, так і фінансових, як лікувальних, так і діагностичних. Автоматизацію можна порівняти із створенням єдиного інформаційного простору для організації та спрощення роботи лікарів, генерування статистики, ведення бази даних та історій хвороб пацієнтів в електронному вигляді. Це дозволяє підвищити рівень якості в загальному та ефективність кожного з наведених вище процесів. Контроль, облік та планування в єдиній системі приводять до покращення умов праці та якості послуг, що надаються. Внаслідок цього збільшується конкурентоспроможність закладу у порівнянні із іншими медичними установами.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Дослідження медичних інформаційних технологій є одним із ключових завдань медичної інформатики [1]. З одного боку, медичні інформаційні технології можна визначити як такі, що використовуються для обробки інформації з використанням як апаратного, так і програмного забезпечення для збереження, спільного доступу та пошуку даних з метою покращення комунікації та прийняття рішень. З іншого боку, медичні інформаційні технології можна визначити як знання, навички та інструменти, що дозволяють збирати, керувати, поширювати та використовувати інформацію для підтримки надання медичної допомоги та покращення рівня здоров'я населення [2].

В праці [3] зроблено наголос на важливості інформаційної безпеки та конфіденційності в сфері охорони здоров'я. В [4] здійснено огляд середовищ розробки мобільних додатків, використання яких надає медичному працівнику більшої мобільності. Незважаючи на численні

переваги використання інформаційних технологій в медицині, існують бар'єри на шляху до загальної комп'ютеризації цієї сфери, серед них фінансові труднощі та брак стандартів [5]. Переважна більшість досліджень в області інформаційних технологій в сфері охорони здоров'я фокусується на розробці та впровадженні програмних продуктів для обробки електронних медичних протоколів [6].

Основною метою дослідження є підвищення якості та доступності медичних послуг шляхом проектування та створення програмного продукту на основі аналізу потреб сучасної медицини. Заповнення амбулаторних карт та історій хвороб пацієнтів, формування звітів та медичної статистики не має відволікати лікаря від його основної діяльності — роботи із пацієнтами.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Медичні установи надають різноманітні за своїм характером та призначенням послуги, наприклад, різні види апаратної та лабораторної діагностики, медичні консультації, оперативні втручання. Всі вони в тій чи іншій мірі використовують інформаційні технології, мережу інтернет, електронні бази даних. Багато сучасних медичних закладів намагаються тримати руку на пульсі нових трендів і вже мають власне програмне забезпечення, написане на замовлення чи придбане через мережу. З одного боку, це може спричинити збільшення вартості послуг медичної установи, проте, з іншого боку, підвищує їх якість.

Основними перевагами використання власної спеціалізованої системи є єдина база даних та автоматизація процесів, що відбуваються в установі [7]. Єдина база даних демонструє зв'язки між фінансовими, людськими та матеріальними ресурсами. Найпростішим прикладом автоматизації процесів є планування завантаженості лікарів, діагностичного обладнання, оглядових кабінетів. За рахунок цього відбувається оптимізація використання наявних ресурсів, збільшення пропускної здатності установи, покращення якості обслуговування пацієнтів за рахунок зменшення часу очікування.

Проте, на жаль, більшість лікарень досі не мають відповідного програмного забезпечення. А спеціалізованим клінікам важко адаптувати під свої потреби існуючі програмні продукти. Процес роботи медичної установи потребує детального аналізу, оскільки кожна установа має свої вимоги до апаратного та програмного забезпечення, розподілу даних, обробки та оперування великими об'ємами цифрової інформації [7].

Клініка **Angelholm** надає широкий спектр обстежень пацієнтів від сучасної лабораторної діагностики до повного або локального обстеження із застосуванням рентгенографії, магнітно-резонансної та комп'ютерної томографії, денситометрії, ультразвукової діагностики. Під час перебування на стаціонарному лікуванні клініка забезпечує пацієнта якісним лікуванням, індивідуальними методиками реабілітації, висококваліфікованим доглядом. Завдяки 25-річному досвіду, наполегливій роботі, новим європейським технологіям, використанню сучасних медикаментів і матеріалів у клініці успішно проводиться гарантоване хірургічне лікування в поєднанні з індивідуальним підходом до кожного пацієнта [8]. З метою розвитку та підвищення якості шведсько-український медичний центр **Angelholm** потребує хорошого програмного забезпечення та автоматизації його роботи.

Результатом даного дослідження є програмний продукт, впроваджений у клініці. Він бере на себе облік усіх послуг, що надаються. Система медичного керування дозволяє працівникам організації на реєстратурі створювати електронні амбулаторні картки, вести облік медичних книг, записувати пацієнтів на прийом. Пацієнти мають можливість проводити оплату із використанням онлайн-банкінгу. За допомогою такого програмного забезпечення можна відслідковувати передоплату та заборгованість клієнтів, готівкові та безготівкові розрахунки за надані послуги. Медичний персонал може бачити список пацієнтів, записаних до них на прийом на поточний день. Доступ до будь-яких даних може відбуватися із робочого місця лікаря, що спрощує медичний облік в разі. Програма формування заключення після огляду легко налаштовується під будь-якого працівника, кожен лікар може створювати свої шаблони для заповнення карти прийому чи огляду пацієнта.

Для забезпечення виконання поставленої задачі був проведений аналіз засобів програмування і для реалізації вибрані наступні технології, які останнім часом стали досить популярними. При написанні програмного проекту використано скриптову мову програмування **Groovy**. Вона розроблена для **платформи Java** і є більш високорівневою мовою програмування порівняно з **Java**, розробка на ній зазвичай відбувається швидше за рахунок динамічної природи

мови та елементів функціонального програмування [9]. В якості основи системи взято фреймворк **Grails** — високо-продуктивний програмний каркас для створення веб-додатків для платформи **Java**, створений під сильним впливом широко відомого **Ruby on Rails** [10] і заснований на архітектурному шаблоні проектування програмного забезпечення **MVC** (Модель – Представлення – Контролер) [11]. Для розміщення даних вибрана система керування реляційними базами даних **MySQL**, що широко використовується для створення динамічних веб-сторінок і підтримується багатьма мовами програмування [12]. Комунікація між проектом та базою даних виконана за допомогою інструменту **Hibernate**, що призначений для розв'язування задач об'єктно-реляційного відображення [13]. Для генерації **PDF**-заключень використовується **Java**-бібліотека **JasperReports**, що генерує звіти на основі **XML**-шаблонів [14]. Для створення користувацького інтерфейсу використовується фреймворк **ZK**, розмітка знаходиться у **zul**-файлах, що інтерпретуються в **html**. За захист відповідає фреймворк **Spring Security**, що надає механізми побудови систем аутентифікації та авторизації в **Java**-додатках [15]. Всі вище перелічені інструменти підключаються до проекту як плагіни.

Працювати в програмі можуть тільки авторизовані користувачі. Усі паролі хешуються. **Spring Security** використовує такі класи як **User**, **Role** і **UserRole**. Кожен медичний працівник має відповідну роль: адміністратор, лікар, працівник реєстратури чи колцентру. При роботі із певною функціональністю програма визначає рівень доступу користувача і перелік функцій, якими він може користуватися.

В проекті реалізована можливість працювати із графіком роботи лікаря за допомогою календаря та налаштовувати зручний для нього візуальний вигляд. Працівники клініки можуть записувати пацієнтів на певний вид обстеження на вибраний час, проводячи пошук пацієнтів в базі. Для зручності пошуку медичні працівники можуть використовувати відповідні фільтри, наприклад пошук за пацієнтом, типом обстеження, датою тощо. Ключовою особливістю даного розділу є фіксація усіх змін і можливість блокувати дні чи години, коли лікар зайнятий і не проводить обстеження.

Іншою, не менш важливою особливістю продукту, є можливість створювати електронні платежі через інтеграцію із системою Приват24. Для генерування платежу потрібна інформація отримується з бази даних, а платіж, в свою чергу зберігається у профілі відповідного пацієнта. Пацієнт може провести оплату через термінал. Також дана програма формує звіти за платежами за вказаний період чи за виконаними обстеженнями або маніпуляціями.

**DICOM** — це галузевий стандарт створення, збереження, передачі та візуалізації медичних зображень та протоколів обстежень пацієнтів, що підтримується основними виробниками медичного обладнання та медичного програмного забезпечення [16]. Деякі види медичного обладнання, наприклад апарати МРТ, працюють із **DICOM** сервером, вони мають свою консоль із відповідним інтерфейсом. Спочатку необхідно ввести дані про пацієнта й обстеження, потім провести маніпуляцію і після цього вихідні дані потраплять на **DICOM** сервер. Файли обстежень зазвичай мають формат **dcm**, вони являють собою об'єктно-орієнтовані файли з теговою організацією.

У даному програмному продукті при обстеженні пацієнта його дані отримуються із бази, формується **worklist** і відправляється на **DICOM** сервер. При пошуку пацієнтів в базі лікар може користуватися фільтрами пошуку, що значно прискорить його роботу. Для генерування протоколу обстеження використовується спеціальний розділ, де лікар-діагност на основі знімків і огляду пацієнта формує заключення за допомогою шаблонів і готових фрагментів тексту. Поточне заключення закріплюється за лікарем, який провів обстеження та сформував протокол, інші лікарі можуть тільки переглядати і друкувати його. Якщо лікар вважає за необхідне направити пацієнта на подальші обстеження після огляду, він може це зробити в розділі опису заключень, при цьому відповідні скерування одразу фіксуються в базі.

Інший розділ програми надає можливість генерувати етикетки-наклейки для конвертів, в яких пацієнту повертають результати обстеження. При наявності спеціального принтера, етикетку можна роздрукувати на поверхню диску, що дозволяє такий друк, на якому записані результати обстеження.

Завдання керування чергою пацієнтів вимагає особливої уваги. Облік черги пацієнтів реалізований в окремому розділі проекту і може транслюватися у приймальні на моніторах або телевизорах, підключених до мережі. Лікар може вказувати можливість прийому на свій сеанс, не виходячи з кабінету. Відображається інформація про зайнятість кабінетів та лікарів і список

пацієнтів, що очікують своєї черги. Для повідомлень щодо зміни стану черги використовується сповіщення із текстовим і звуковим сигналами для привернення уваги пацієнтів.

**Висновки.** В процесі проведення дослідження здійснено огляд сучасних медичних інформаційних технологій та їхніх можливостей при обробці відповідної біомедичної інформації. Програмне забезпечення, спроектоване та розроблене в процесі дослідження, пройшло етап тестування та впроваджене в шведсько-українському медичному центрі **Angelholm** і наразі успішно виконує свої функції.

Програма медичного контролю формує єдину базу всіх пацієнтів, що звертаються на огляд або діагностику. Медичне керування включає в себе попередній запис до будь-якого лікаря або в діагностичний кабінет. Автоматизоване ведення справ містить журнал медичного обліку. Система медичної реєстрації містить всі обстеження даного пацієнта та результати консультативних прийомів.

Відповідно до потреб клініки в проекті реалізовані розділи роботи з календарем, сумісної роботи з **DICOM**-сервером, формування заключень та протоколів обстежень, друком етикеток та дисків, чергою пацієнтів.

Керування прийняттям рішень в медицині, використання програм медичного обліку, автоматизація роботи лікарів в лікувальних та діагностичних медичних закладах — все це не лише дуже зручно, а і є показником рівня медичного закладу, що формує відношення пацієнтів та думку інших колаборуючих організацій.

**Перспективи подальших досліджень.** Для подальшого розвитку проекту та підвищення зручності роботи працівників клініки можна врахувати актуальні потреби сфери охорони здоров'я та доповнити дане програмного забезпечення:

- обліком складу медикаментів;
- електронною медичною бібліотекою;
- додатком цільового планування, що дозволить закладати бюджет на кожне відділення медичного закладу;
- взаємодією із страховими компаніями;
- експертною системою, ефективною при вирішенні задач діагностики, інтерпретації даних, прогнозуванні перебігу захворювань і ускладнень, моніторингу перебігу захворювань і планування лікувально-діагностичного процесу;
- мобільним додатком.

1. Hersh William Medical informatics: improving health care through information / Hersh William // The Journal of the American Medical Association. — 2002. — 288(16). — P. 1955–1958 <http://dx.doi.org/10.1001/jama.288.16.1955>
2. Thompson T. G. The decade of health information technology: delivering consumer-centric and information-rich health care: framework for strategic action / T. G. Thompson, D. J. Brailer. — Washington: D.C. — 2004. — 13 p.
3. Appari Ajit Information security and privacy in healthcare: current state of research / Ajit Appari, Eric Johnson // International Journal of Internet and Enterprise Management. — 2010. — 6, N 4. — P. 279–314. <http://dx.doi.org/10.1504/IJEM.2010.035624>
4. Ehrler Frederic Technological choices for mobile clinical applications / Frederic Ehrler, David Issom, Christian Lovis // Studies in Health Technology and Informatics. — 2011. — 169. — P. 83–87. <http://dx.doi.org/10.3233/978-1-60750-806-9-83>
5. Bates David Improving Safety with Information Technology / David Bates, Atul Gawande // The New England Journal of Medicine. — 2003, 358. — P. 2526–2534. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMs020847>
6. Holdena Richard The Technology Acceptance Model: Its past and its future in health care / Richard Holdena, Ben-Tzion Karsha // Journal of Biomedical Informatics. — 2010. — 43, N 1. — P.159–172. <http://doi.org/10.1016/j.jbi.2009.07.002>
7. Скорін Ю.І. Впровадження інформаційного супроводу пацієнтів / Ю.І. Скорін, А.І. Пугачов, О.В.Щербаков // Збірник наукових статей "Управління розвитком". — 2012. — 4 (102), 1. — с. 59–61.
8. Шведсько-українського медичного центру Angelholm [Електронний ресурс] — Режим доступу до ресурсу: <http://angelholm.com.ua/>
9. Koenig Dierk Groovy in Action / Dierk Koenig, Paul King. — Manning Publications. — 2015. — 912 p.
10. Beckwith Burt Programming Grails. Best Practices for Experienced Grails Developers / Burt Beckwith. — O'Reilly Media. — 2013. — 364 p.
11. Знайомство із MVC через приклади на PHP [Електронний ресурс] — Режим доступу до ресурсу: [http://isblog.com.ua/2013-08\\_mvc-pattern-and-php](http://isblog.com.ua/2013-08_mvc-pattern-and-php)
12. Pipes Jay Pro MySQL / Jay Pipes, Michael Kruckenberg. — Apress. — 2005. — 768 p.
13. Mak Gary Hibernate Recipes. A Problem-Solution Approach / Gary Mak, Srinivas Guruzu, Joseph Ottinger. — Apress. — 2015. — 284 p.
14. Siddiqui Bilal JasperReports 3.6. Development Cookbook / Bilal Siddiqui. — Packt Publishing. — 2010. — 396 p.
15. Gutierrez Felipe Pro Spring Boot / Felipe Gutierrez. — Apress. — 2016. — 365 p.
16. Noumeir Rita Benefits of the DICOM Structured Report / Rita Noumeir // Journal of Digital Imaging. — 2006. — 19 (4). — P. 295–306. <http://dx.doi.org/10.1007/s10278-006-0631-7>