

**В.П. Марценюк, А.В. Семенец**

## **КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К СТРУКТУРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ В МЕДИЦИНСКОМ ОБРАЗОВАНИИ**

Цель данной публикации — разработка концептуальной модели информационной системы проверки знаний в медицинском образовании. Предлагаемая информационно-управляющая система направлена на решение вопросов создания, сохранения и повторного использования тестовых заданий, а также разработки на их основе новых наборов тестов. Предложены главные принципы построения, представлена концептуальная информационная модель, которая доведена до проекций информационного пространства и их онтологических спецификаций, а также технологический инструментарий для разработки программного комплекса и указаны первые результаты его реализации.

### **Введение**

Проблема контроля и проверки знаний всегда актуальна для образования. Сегодня ясно, что традиционные экзамены не могут выявить реальные знания абитуриента. Все шире используются разнообразные методики тестирования. Классическая теория тестирования активно разрабатывалась в первой половине XX века. В 1968 году Ф. Лорд и М. Новик [1, 2] сформулировали основные постулаты математической модели классической теории тестирования.

Проблема качественного контроля знаний особенно актуальна для медицинского образования. Примером успешного внедрения тестовой системы оценки знаний на государственном уровне является лицензионный экзамен в форме теста «Крок». Сейчас происходит внедрение тестирования как метода контроля знаний в учебный процесс многих медицинских учебных заведений. При этом возникает несколько сложных вопросов: формирование базы тестовых вопросов, формирование на их основе отдельных тестов, реализация разнообразных методик тестирования, анализ качества тестов и отдельных вопросов. Теоретические аспекты автоматизации проектирования тестовых заданий рассмотрены в [3].

Естественным видится широкое использование средств вычислительной техники как для подготовки тестов, так и для их реализации (проведение тестирования). На сегодня разработано большое количество программных пакетов для подготовки и проведения тестирования. Однако, несмотря на кажущееся удобство и простоту компьютерного тестирования, этот метод по физиологическим причинам непригоден для тестов большого объема. Например тест «Крок» реализуется в виде бумажных буклетов и бланков ответов с последующей компьютерной обработкой результатов. Кроме того, специфика тестирования в области медицины подразумевает почти обязательное использование графических изображений. С учетом этих факторов можно заключить, что лишь единичные программные продукты удовлетворяют требованию тестовой системы для медицинского учебного заведения.

Несмотря на ряд преимуществ, тестирование не должно полностью вытеснить традиционные экзамены. В качестве примера эффективного объединения обеих методик можно привести эксперимент, который проводится в Тернопольском государственном медицинском университете. Суть эксперимента состоит в следующем. В соответствии с требованиями кредитно-модульной системы, традиционные экзамены по отдельным предметам отменены. Для проверки теоретических знаний используются тесты, которые носят комплексный характер и включают вопросы по тем дисциплинам, которые изучались на протяжении того или иного семестра. В то же время для проверки практических навыков, полученных в клинике, вводится так называемый объективный структурированный клинический экзамен (ОСКЭ), который также носит комплексный характер. Результирующая оценка по модулю является взвешенной оценкой между оценками за тест и экзамен.

Информационно-управляющими системами (ИУС) называют системы управления предприятиями, учреждениями, территориальными объединениями, хозяйством, областями, ведомствами, которые базируются на регулярном применении современных математических методов и технических средств автоматической обработки информации в учете, анализе, планировании, организации, проектировании и подготовке производственно-хозяйственной деятельности [4].

Классификация медицинских информационных систем (МИС) приведена в [5]:

- технологические;
- банки информации медицинских служб;
- статистические;
- научно-исследовательские.

Цель данной публикации — разработка концептуальной модели информационной системы проверки знаний в медицинском образовании (ИСПЗМО). Предлагаемая в настоящей работе ИУС направлена на решение таких проблем:

- 1) разработка, хранение различных типов тестов;
- 2) реализация различных методик тестирования;
- 3) обработка и хранение результатов тестирования;
- 4) оценка качества тестовых заданий.

При этом объектом исследования является процесс обучения в медицинском образовании. Предмет исследования — информационные модели проверки знаний в медицинском образовании, которые последовательно используются при разработке программной среды ИСПЗМО.

Принципы построения ИУС предложены в [6], примеры реализации для МИС показаны в [7].

### **Принципы построения ИУС проверки знаний в медицинском образовании**

Общие принципы построения автоматизированной системы управления предложил В.М. Глушков [6]. Применяя главные из них к разработке ИУС

тестирования в медицинском образовании с позиции современных достижений в области информационных технологий, в частности, приходим к следующим положениям.

**1. Принцип новых задач.** Согласно этому принципу, применение ИУС к решению задач, которые традиционно нашли некомпьютерный путь решения, неэффективно [6]. ИУС тестирования активно разрабатываются на протяжении последних 20-ти лет, но даже 6–7 лет назад их применение в медицинском образовании было весьма затруднительным, вследствие ограниченных графических возможностей как персональных компьютеров, так и самих систем. Исключение составляют специализированные аппаратно-программные комплексы, которые, однако, отличаются высокой стоимостью. Основные трудности вызваны необходимостью включения в тесты большого количества медицинских изображений, полученных различными методами и хранящихся в различных форматах. Более того, большой размер изображений, а также весьма серьезные ограничения на применение сжатия (для предотвращения потери качества, например, микроизображений) создавали дополнительные трудности при построении ИУС тестирования. Поэтому представленную ИУС тестирования в медицинском образовании можно рассматривать с позиций реинжиниринга [8].

**2. Принцип комплексного подхода.** Должна быть проведена структуризация объекта управления и системы управления им, которая сложилась. Традиционно в качестве объекта управления в образовании рассматривают полученные абитуриентами знания. Управление им есть разного рода эксперименты, которые проводятся для решения двух классов задач [3]:

- поиск наиболее эффективных методик обучения;
- контроль качества обучения.

Далее в работе приводится структуризация объекта управления, которой мы будем придерживаться.

**3. Принцип максимально целесообразной минимизации проектных решений.** Разрабатываемый проект ИУС должен быть пригоден для использования при решении многих родственных задач. По мнению авторов, большое значение при этом имеет соблюдение объектно-ориентированного подхода при разработке концептуальной модели ИУС [9, 10]. Потенциальные задачи, в которых разрабатываемый проект ИУС может использоваться, — это организационные ИУС в образовании, например путем интеграции с ИУС «Контингент» для медицинских учебных заведений.

**4. Принцип непрерывного развития системы.** Первично под этим имелось в виду использование модульной процедурно-ориентированной структуры построения ИУС [6]. Однако в дальнейшем (80-е годы XX века) целое поколение АСУ (в том числе и медицинского назначения), которые базировались на модульной организации, оказались непригодны к перенесению на новое аппаратное и программное обеспечение. Как гарант инвариантности ИУС к изменениям в программном обеспечении, предлагается объектно-ориентированная организация информационной модели ИУС и ее составляющих. Рациональное использование таких понятий в объектно-ори-

ентированном подходе, как абстрактные классы и методы, делает возможности ИУС относительно ее модернизации и пополнения новыми задачами практически неисчерпаемыми [11, 12].

**5. Принцип единой информационной базы.** Следует избегать дублирования информации, а накопленная в процессе работы ИУС информация должна использоваться для решения многих задач. Информация о тестировании (отдельные вопросы и сформированные тесты, а также результаты) должна храниться в виде базы данных, приведенной к соответствующей канонической нормальной форме [13]. Кроме того, желательна интеграция с базой данных ИУС «Контингент» для медицинских учебных заведений, в которой имеется часть необходимой для ИУС информации: сведения о студентах ВУЗа, его подразделениях и учебных курсах.

**6. Принцип стандартизации систем программирования.** Однотипные или похожие задачи должны решаться на разной технической базе. Представленная ИУС ориентирована на Интернет-программирование. При этом ядро ИУС должно размещаться на компьютере-сервере, программное обеспечение (ПО) которого должно включать сервер базы данных и сервер приложений. Планируется использование бесплатного свободно распространяемого ПО. При этом пользователь ИУС может использовать любую аппаратную платформу и любое программное обеспечение — на клиентском компьютере лишь отображаются результаты работы программ ИУС.

**7. Принцип дружеского интерфейса при вводе и выводе информации.** Несмотря на бурное развитие аппаратных средств, как и 20 лет назад, ввод и вывод информации остается «узким местом» компьютеров. И если раньше принцип состоял в минимизации процессов ввода и вывода (чтобы их вообще обойти), то сегодня стоит задача предоставления удобного способа ввода-вывода (дружественности). Ориентация на Интернет-программирование накладывает некоторые ограничения на интерфейс пользователя ИУС, продиктованные, в первую очередь, требованиями обеспечения безопасности передачи информации.

### **Концептуальная модель ИУС проверки знаний в медицинском образовании. Структуризация объекта и системы управления**

В данной работе ИУС показана в своем концептуальном представлении, т.е. с точки зрения администратора ИСПЗМО — на самом высоком уровне. Этот этап крайне необходим для дальнейшего построения внешних и внутренних представлений информационной модели ИУС. Рассмотрение деталей структурно-функциональной организации системы — несколько иной уровень изложения, который требует дополнительной детализации и привлечения описаний программных средств разработки, что не предусматривается на этапе построения концептуальной модели. Далее будет приведен пример возможной практической реализации предложенной концептуальной модели.

Задача поиска наиболее эффективных методов обучения в первую очередь состоит в определении текущего уровня знаний, т.е. в принципе иден-

тична задаче контроля качества обучения. Существующие методики тестирования предполагают использование образовательных тестов с 8 типами вопросов [3]:

- три типа вопросов с двумя, тремя и пятью predeterminedными альтернативами ответов (максимально: да; скорее да, чем нет; не знаю; скорее нет, чем да; нет);
- выбор варианта из ответов predeterminedных разработчиком;
- выбор нескольких вариантов из predeterminedных разработчиком;
- ранжирование предложенных вариантов по некоторому критерию;
- установка соответствий между элементами вопроса и вариантами ответа;
- закрытый тип вопроса, при котором абитуриент самостоятельно вводит ответ;
- закрытый тип вопроса, при котором абитуриент самостоятельно вводит набор ответов;
- закрытый тип вопроса, при котором абитуриент пишет краткое сочинение на заданную тему.

Следует отметить, что последний тип вопроса не является каноническим тестовым, так как не предусматривает возможности автоматической проверки.

Что касается способов проведения тестирования, то предлагается использовать:

- полностью автоматическое (компьютерное) тестирование;
- тестирование с использованием автоматически изготовленных бумажных тестовых заданий с последующей автоматической обработкой результатов.

Второй вариант практически обязателен при большом количестве тестовых заданий из-за физиологических особенностей человеческого восприятия. Естественно, полноценная ИУС должна иметь возможности реализации обоих способов.

### **Структура информационной модели ИУС проверки знаний в медицинском образовании**

Концепции построения интегрированной среды сложной ИУС изложены в [8]. Придерживаясь их и используя рекомендации, изложенные в [14], информационную систему проверки знаний в медицинском образовании мы предлагаем рассматривать как многомерное информационное пространство, где вводится пять основных информационных проекций, относительно которых нужно построить описание существующей ИУС, а именно:

- 1) проекция «Топология оценки медицинских знаний», которой придерживается ИУС, МКЕТ-проекция (Medical Knowledge Evaluation Topology);
- 2) проекция структуры программного обеспечения и ресурсов данных, которые используются в системе, SDS-проекция (Software and Data Structures);

3) проекция «Информационные профили пользователей», которые взаимодействуют с ИУС как непосредственно в ее структуре, так и за ее пределами (удаленные пользователи), UIP-проекция (User Information Profiles);

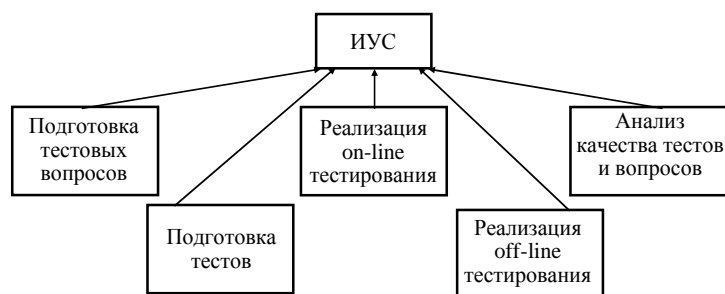
4) проекция «Описание новых тестов и методик», NTM-проекция (New Tests and Methods).

5) проекция «Пути внедрения новых тестов и методик» для усовершенствования ИУС, NTMU-проекция (New Tests and Methods Upgrade).

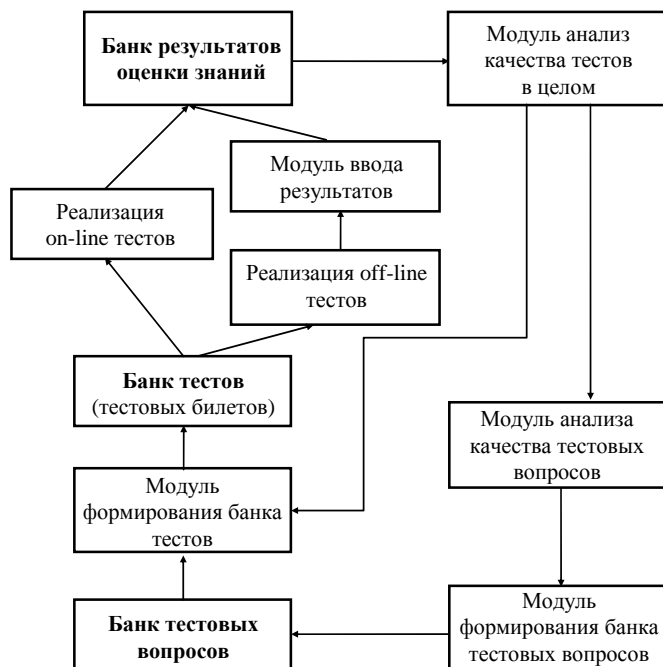
Итак, формализованное описание предлагаемой ИСПЗМО, обозначим его как ИМКТЕ (Integrated Medical Knowledge Test Environment), можно задать как объединение пяти предложенных проекций, а именно:

$$\text{ИМКТЕ} = \text{МКЕТ} \cup \text{SDS} \cup \text{UIP} \cup \text{NTM} \cup \text{NTMU}.$$

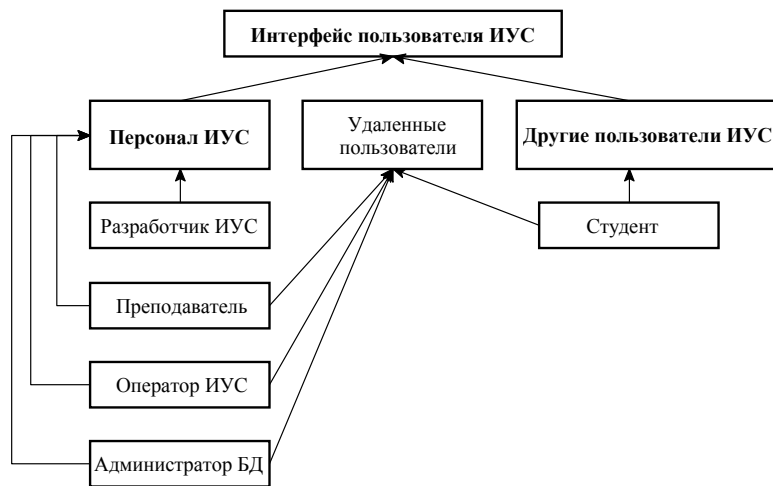
Далее (рис. 1: *a* — МКЕТ-проекция; *b* — SDS-проекция; *c* — UIP-проекция; *d* — NTM-проекция; *e* — NTMU-проекция) приведены соответствующие диаграммы абстрактных классов проекций. Стрелками показаны главные направления наследования в классах.



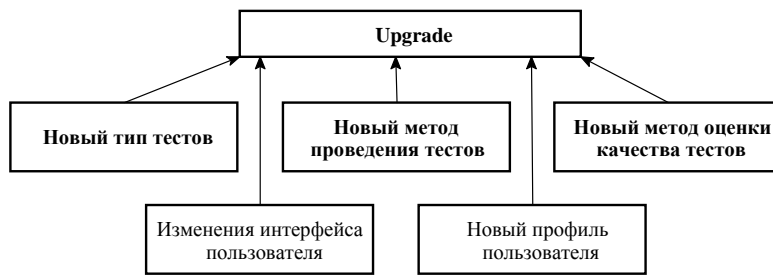
*a*



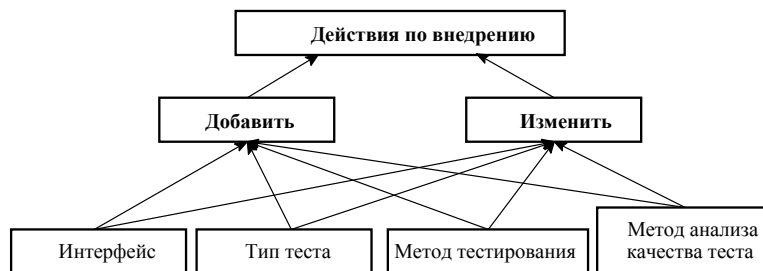
*b*



б



в



г

Рис. 1

### Структура экспериментального проекта ИСПЗМО

Начаты работы по реализации экспериментальной версии ИСПЗМО. В качестве инструментальных средств избраны [15]: язык разработки приложения — Java; среда разработки приложения — Java Studio Creator — свободно распространяемое программное обеспечение; программный сервер базы данных — Firebird — свободно распространяемое программное обеспечение; среда исполнения приложения — Java Application Server — свободно распространяемое программное обеспечение;

Используя инструментальные средства сервера Firebird, в полном объеме реализована база данных, соответствующая данной концептуальной модели. С помощью среды разработки Java Studio Creator реализованы следующие модули (классы) ИСПЗМО:

- ApplicationBean1 — класс, формирующий общие для всех пользователей системы наборы данных (DataSet) и константы;
- Mainmenu — формирует интеллектуальное меню системы;
- LoginPage — обеспечивает возможность безопасной авторизации пользователя;
- LoginUser — абстрактный класс, описывающий информацию о пользователе;
- UserHome — исходные персональные настройки и константы;
- SessionBean — наборы данных (DataSet) и временные переменные каждого активного пользователя;
- DepartmentEdit — редактор подразделений учебного заведения;
- UsersEditor — редактор пользователей системы;
- SciensEditor — редактор научных направлений деятельности подразделений;
- AskEditor — редактор списка тестовых вопросов;
- AnswersEditor — редактор списка ответов на тестовые вопросы;
- SubjectEditor — редактор списка учебных дисциплин подразделения;
- TestEditor — редактор тестов по учебной дисциплине;
- SubjectEditor — редактор списка учебных дисциплин подразделения;
- TestListEditor — редактор-менеджер управления списком вопросов по тесту;
- OnlineTest — модуль проведения компьютерного тестирования;
- OffLineTest — модуль подготовки бумажных билетов для тестирования;
- Analizator — проверка результатов тестирования;
- Reporter — подготовка отчетов по результатам.

На рис. 2 приведен пример интерфейса пользователя этого программного комплекса (более подробная информация об экспериментальном проекте ИСПЗМО представлена на <http://www.tdmu.edu.te.ua/departments/informatics>).

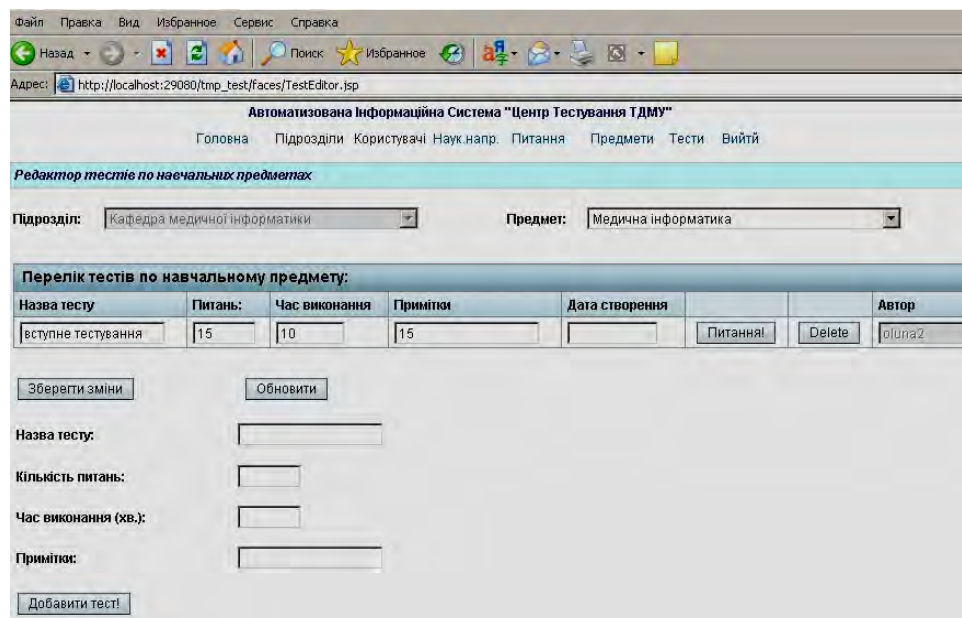


Рис. 2



## Заключение

В настоящей работе рассматриваются вопросы построения информационной системы проверки знаний в медицинском образовании.

ИСПЗМО относится к информационно-управляющим системам. Действительно, система предназначена для проверки знаний студентов-медиков. На основании полученной информации система делает выводы о валидности и надежности оценивания, тем самым показывает пути его усовершенствования. Полученные результаты помогают скоординировать учебную работу данного медицинского университета, указывают на разделы учебных программ, которые требуют более глубокого изучения, помогают администрации определить квалификацию преподавателей и т.д., т.е. данная система относится к классу таких, которые помогают управлять учреждением (в данном случае медицинским университетом) на основе полученной системой информации (результаты оценивания студентов-медиков).

ИСПЗМО также относится к МИС, поскольку нельзя рассматривать МИС в рамках одних лишь лечебных (и еще, возможно, научных) учреждений оторвано от медицинского образования. Информационные системы лечебных учреждений получили название госпитальных информационных систем (ГИС). Понятие МИС более емкое и как раз подходит к классу программного обеспечения оценивания качества медицинского образования.

В данной работе предложены главные принципы построения, представлена концептуальная информационная модель, которая доведена до проекций информационного пространства и их онтологических спецификаций. Также предложен технологический инструментарий при разработке программного комплекса и указаны первые результаты его реализации. В дальнейшем исследования должны быть направлены на интеграцию уже разработанного ядра ИСПЗМО с другими ИУС учебных заведений, в первую очередь с ИУС «Контингент», которая специально предназначена для медицинских учебных заведений.

1. *Lord P.M., Novic M.R.* Statistical theories of mental test scores. — Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1968. — 231 p.
2. *Novic M.R.* The axioms and principle results of classical test theory // *J. of Mathemat. Psychology.* — 1966. — N 3. — P. 1–18.
3. *Булыгин В.Г.* Основы автоматизации процесса обучения. — [http://www.eusi.ru/lib/bulygin\\_osnovy\\_avtomatizacii\\_processa\\_obucenia/1.shtml](http://www.eusi.ru/lib/bulygin_osnovy_avtomatizacii_processa_obucenia/1.shtml).
4. *Энциклопедия кибернетики: В 2 т.* — Киев: Гол. ред УРЕ, 1974. — Т. 1. — 607 с.; Т. 2. — 623 с.
5. *Гаспарян С.А.* Классификация медицинских информационных систем в свете разработки внедрения АСУ специализированными медицинскими службами // *Материалы Всерос. науч.-практ. конф., Кемерово 5–7 декабря 1972 г.* — М.: МОЛГМИ, 1980. — С. 3–12.
6. *Глушков В.М.* Введение в АСУ. — Киев: Техніка, 1974. — 317 с.
7. *Марценюк В.П., Семенец А.В. Сверстюк А.С.* Концептуальные подходы к интегрированной среде проведения научных медико-биологических исследований // *Штучний інтелект.* — 2003. — № 2. — С. 35–43.

8. *Ткачук Н.В.* Концепция интегрированной среды реинжиниринга сложных информационно-управляющих систем // Проблемы управления и информатики. — 2003. — № 1. — С. 74–83.
9. *Системи підтримки рішень в медико-біологічних дослідженнях / В.П. Марценюк, Н.О. Кравець, Ковальчук О.Я., А.В. Семенець, В.І. Кульчицький, І.М. Лашкевич // Здобутки клінічної та експериментальної медицини.* — 2002. — Вип. 7. — С. 143.
10. *Wiener R., Pinson L.J.* Fundamentals of OOP and data structures in Java. — Cambridge: Cambridge University Press, 2000. — 460 p.
11. *Марценюк В.П., Кравець Н.О.* О программной среде проектирования интеллектуальных медицинских баз данных // Клиническая информатика и телемедицина. — 2004. — № 1. — С. 47–53.
12. *Наконечний О.Г., Марценюк В.П., Баранюк І.О., Сверстюк А.С.* Про програмно-технічний комплекс підтримки наукових медичних досліджень // Медичні технології і вища освіта: Матеріали I Всеукр. наук.-практ. конф. — Луцьк, 2004. — С. 92–97.
13. *Марценюк В.П.* Медицинская информатика. Проектирование и использование баз данных. — Тернополь: Укрмедкнига, 2001. — 178 с.
14. *Марценюк В.П.* Методи системного аналізу медико-біологічного процесу // Intern. Workshop «PDMPU-2004», Ternopil. May 25–30. — 2004. — P. 203–204.
15. *Дейтел Х.М., Дейтел П.Дж., Сантри С.И.* Технологии программирования на Java 2: В 3 т. — М.: ООО «Бином-пресс», 2003. — Т. 1. — 560 с.; Т. 2. — 464 с.; Т. 3. — 672 с.

Тернопольский государственный медицинский  
университет им. И.Я. Горбачевского

Получено 26.12.2007