

УДК 378.141

**С. В. Бевз, к. т. н., доц.; В. В. Войтко, к. т. н., доц.; С. М. Бурбело;  
А. М. Шоботенко**

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ РАСПИСАНИЯ МАГИСТРАТУРЫ**

*Разработана модель автоматизированной системы формирования расписания магистратуры. Система реализует методику составления расписания, ориентированного на организацию учебного процесса магистрантов научного направления Винницкого национального технического университета. Методика учитывает специфику индивидуальных планов магистрантов, адаптированных к требованиям Болонского процесса. Данная разработка является структурным модулем автоматизированной системы документооборота Института магистратуры, аспирантуры и докторантуры.*

***Ключевые слова:** автоматизированная система формирования расписания, расписание занятий, математические модели расписания занятий, системы документооборота, индивидуальные планы магистрантов.*

### **Вступление**

Сегодня ряд программных продуктов в сфере образования представлен разными средствами автоматизации документооборота и управления учебным процессом. Известная [1, 2] программа составления расписания "Ректор" обеспечивает возможности автоматического, полуавтоматического и ручного режима работы; реализует процесс объединения уроков, разделение потоков слушателей на группы, учитывает санитарно-эпидемиологические правила и нормы учебных заведений. Набор функций программы ASC TimeTables является значительно шире и включает дополнительные операции проверки психологических и педагогических норм для преподавателей и студентов [3, 4]. Программа "Расписание PRO" [2, 5] предназначена для составления расписаний в ручном режиме с использованием метода "drag-and-drop" и автоматическом режиме с возможностью экспорта в таблицу Microsoft Excel. В этой программе реализована функция выбора информации отдельно для студентов и преподавателей. В программе "Университет" [6] формирование расписания занятий осуществляется с учетом проведения занятий в аудиториях разных учебных корпусов, имеет многоязыковой интерфейс и многоформатный экспорт. Однако существующие программные средства автоматизированного формирования расписания не учитывают современных подходов к организации системы образования высшей школы и принципов Болонского процесса.

Актуальность разработки заключается в необходимости усовершенствования процесса формирования расписания с целью повышения эффективности документооборота Института магистратуры, аспирантуры и докторантуры (ИнМАД) за счет использования автоматизированных режимов для формирования расписания занятий магистрантов Винницкого национального технического университета (ВНТУ) с учетом современных требований высшей школы к организации учебного процесса. Целью работы является автоматизация процесса формирования расписания путем разработки локального модуля автоматизированной системы документооборота ИнМАД. Под объектом исследования

понимаем процессы автоматизированного формирования расписания и возможность его оптимизации. Предметом исследования служат средства создания автоматизированных систем реализации документооборота в высшем учебном заведении. Главными задачами работы являются: разработка программных средств автоматизации для формирования расписания дисциплин магистерской подготовки в ИнМАД, разработка базы данных для сохранения необходимой служебной информации, разработка методов реализации автоматизированных процессов.

### **1. Постановка задач исследования**

Институтом магистратуры, аспирантуры и докторантуры Винницкого национального технического университета (ВНТУ) осуществляется разработка автоматизированной системы формирования документов документооборота института, обеспечивающей локальный и сетевой режим работы пользователей. Одной из важных функций системы является задача автоматизированного формирования расписания занятий для магистрантов научного направления. Среди начальных условий отметим необходимость создания модуля автоматизированной системы "Формирование расписаний" и сопутствующей документации, направленной на организационное обеспечение учебного процесса. Важное значение при этом имеет специфика индивидуальных планов магистрантов, адаптированных к требованиям Болонского процесса. Такие планы аккумулируют блоки обязательных дисциплин, блоки дисциплин свободного выбора студентов, которые, в свою очередь, формируют модульное обеспечение интегральных дисциплин соответствующих специальностей, и блоки дисциплин, ориентированных на подготовку специалистов за направлениями специальностей аспирантуры. Отдельно следует отметить необходимость взаимного согласования характерных параметров разрабатываемого модуля с существующей общей автоматизированной системой ведения документации ИнМАД, что обуславливает возможность общего использования общих баз данных в процессе выбора нужной информации и внедрения общей системы защиты. Реализация начальных условий создания автоматизированной системы предусматривает разработку и использование отдельного модуля авторизации пользователей с целью последующей программной поддержки пользовательского и административного режима работы.

Модуль поддержки интерфейса пользователя должен обеспечивать, исходя из полученных от модуля авторизации прав доступа, возможность ввода и редактирования информации; определение поисковых параметров информативных запросов; отображение, хранение, печать сформированных документов. Информационное обеспечение системы сохраняется в базе данных MySQL, непосредственный доступ к которой имеет лишь администратор. Процедура экспорта (импорта) данных осуществляется путем поиска идентифицированного кода плана за номером специальности, для которой разрешена модификация. Наше задание заключается в разработке метода автоматизированного формирования расписания и моделей автоматизированной системы его реализации.

## 2. Анализ информационного обеспечения системы

Расписание занятий аккумулирует информацию о дисциплинах, учебных группах, преподавателях и аудиториях, обуславливая создание сложной системы взаимосвязей между информативными таблицами в процессе формирования. Учет общих данных загруженности преподавателей и студентов в процессе разработки расписания с выбором аудиторий, соответствующих за критерием количества учебных мест, нуждается в использовании оптимизационных методов обработки информации. А также представляет сложность и трудоемкость процесса создания расписания в высших учебных заведениях, что, в свою очередь, обуславливает актуальность разработки автоматизированной системы формирования расписания, направленной на автоматизацию рутинных процессов обработки информативных потоков и оптимизацию структуры расписания.

В учебном процессе традиционно используются такие типы занятий: лекция, практика, семинар, лабораторная работа и самостоятельная работа студентов, причем последний вид работы в расписание не включается. Во время формирования расписания количество занятий на неделю является фиксированной постоянной величиной и определяется оптимальным распределением нагрузки [7-12].

Важным заданием является налаживание системы связей между отдельными таблицами базы данных. Запись и считывание информации реализуется по единственному для всех таблиц унифицированному шаблону, который включает предварительный отбор и копирование данных в рабочую таблицу «Расписание» модульной базы данных. Эта таблица является основным источником информационного обеспечения процесса формирования конечных документов, которые отображают результаты межкафедрального распределения нагрузки дисциплин магистерской подготовки.

Кроме того, важно обеспечить защиту от появления возможных ошибок, вызванных невнимательностью оператора. Этот принцип является главным для создания автоматизированной системы и реализуется путем системного внедрения массивов разрешений на доступ к информационному обеспечению базы данных. Так выбор группы системно обуславливает доступ лишь к тем дисциплины из учебного плана, которые преподаются для избранной группы в текущем триместре.

Структурная схема интерфейса пользователя (рис. 1) показывает обеспеченность программной среды функциональными возможностями процесса автоматизации.

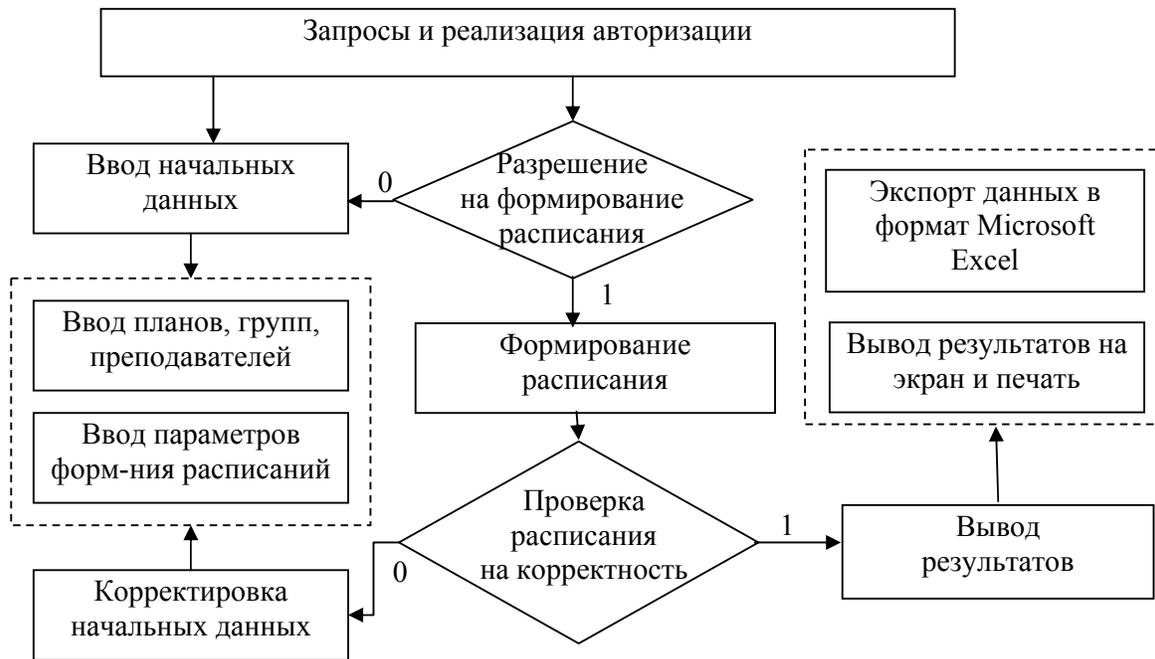


Рис. 1. Структурная схема интерфейса пользователя

### 3. Математическая модель формирования индивидуального расписания занятий

Определение информационных показателей системы для создания расписания занятий предопределяет предопределение следующих множеств:  $T = \{T_1, T_2, \dots, T_{m_t}\}$  – множество преподавателей;  $M = \{M_1, M_2, \dots, M_{m_m}\}$  – множество магистрантов;  $D = \{D_1, D_2, \dots, D_{m_d}\}$  – множество дисциплин.

Благодаря реализации индивидуального выбора блоков дисциплин согласно с требованиями Болонского процесса значение параметра  $m_m$  определяется количеством магистрантов, которым читается выбранная дисциплина в определенный дискретный момент времени, лежит в границах от 1 (занятие по дисциплине блока индивидуального выбора дисциплины) до  $m_m$  (например, лекционное занятие дисциплины, которое преподается на общий поток магистрантов).

Дисциплины в расписании занятий различаются следующими типами:

$$D_i = \{L_{i1}, L_{i2}, \dots, L_{i7}\},$$

где  $L_{i1}$  – лекционные занятия,  $L_{i2}$  – занятие из лабораторного практикума;  $L_{i3}$  – практические занятия;  $L_{i4}$  – семинарские занятия;  $L_{i5}$  – самостоятельная работа студентов;  $L_{i6}$  – курсовые работы;  $L_{i7}$  – курсовые проекты.

Каждое занятие  $L_{ij}$  нуждается во  $p_{ij}$  времени и может читаться преподавателем из множества  $\tau_{ij} \subseteq \{T_1, \dots, T_{m_t}\}$  ( $i$  – дисциплина;  $j$  – вид занятия) магистрантам из множества  $\mu_{ij} \subseteq \{M_1, \dots, M_{m_m}\}$  – множество, которые выбрали  $i$ -тую дисциплину.

Таким образом, приоритетными направлениями решения задачи является концептуальный

анализ основных характеристик процесса создания расписаний для занятий магистрантов, как вот:  $\alpha$  – характеристики преподавателей;  $\beta$  – характеристики магистрантов;  $\gamma$  – характеристики дисциплин, и реляционное формирование целевого функционала задачи  $\delta$ .

Основываясь на исследованиях [5] можно утверждать, что поле  $\alpha$  состоит из двух частей  $\alpha = \alpha_1 \cap \alpha_2$ :  $\alpha_1 = P$  – загруженность преподавателей дисциплинами магистерской подготовки.

Общее время нагрузки преподавателя составляет:

$$p_k = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^7 q_{ij} \left| \begin{array}{l} q_{ij} = p_{ij} \mid (\tau_{ij} = T_k) \cap \left( \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^{m_m} \mu_{il} > 0 \right) \\ q_{ij} = 0 \mid (\tau_{ij} \neq T_k) \cup \left( \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^{m_m} \mu_{il} = 0 \right) \end{array} \right.;$$

Второй параметр  $\alpha_2 = W$  – взвешивающий коэффициент рейтинга преподавателя.

Обозначив множество уроков  $\lambda_{du}$ , где  $TD \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$  – обозначение рабочих дней недели,  $TU \in \{7, 8, 9, 10\}$  – номера уроков расписания занятий в магистратуре научного направления, получим множество временных интервалов  $TR = TD \times TU$  ..

Запишем примеры возможных ограничений для  $k$ -го преподавателя:

$$x_{k1} = \lambda_{du} \mid (d \in \{3, 4\}) \cap (7 < u < 10); \quad x_{k2} = \lambda_{du} \mid (d = 5) \cap ((u = 9) \cup (u = 10));$$

$$x_{k3} = \lambda_{du} \mid (d \neq 1) \cap (d \neq 4); \quad x_{k4} = \lambda_{du} \mid ((d = 1) \cap (u = 10)) \cup (d > 1, \forall u).$$

Характеристические параметры магистрантов в обобщенной системе создания расписания представляются в виде следующей контаминации:  $\beta = \beta_1 \cap \beta_2$ , где  $\beta_1 = G_i$  – магистранты входят в определенные группы, которые отличаются специальностью базовой подготовки и кафедрой профессионального направления.

$\beta_2 = F_i$  – магистранты формируют ряд потоков согласно индивидуального плана магистерской подготовки:  $F = \{F_1, F_2, \dots, F_{11}\}$ .

Тут  $F_1$  – общий поток магистрантов;  $F_2$  – потоки магистрантов для практических и семинарских занятий из цикла гуманитарных и социально-экономических дисциплин;  $F_3$  – профессиональные потоки магистрантов для преподавания дисциплин теоретических основ;  $F_4$  – объединенные потоки магистрантов для преподавания дисциплины "Теория и практика научных исследований";  $F_5$  – потоки магистрантов для преподавания дисциплин научного направления;  $F_6$  – потоки магистрантов отдельных специальностей или кафедр для преподавания прикладных аспектов дисциплин магистерской подготовки;  $F_7$  – потоки смежных и отдельных специальностей для преподавания интегральных дисциплин;  $F_8$  – потоки магистрантов для преподавания дисциплин иностранного языка;  $F_9$  – потоки магистрантов для преподавания дисциплин отдельных специализаций;  $F_{10}$  – потоки магистрантов для преподавания выбранных дисциплин из цикла гуманитарных и социально-

экономических дисциплин;  $F_{1l}$  – поток магистрантов индивидуального выбора дисциплин.

В свою очередь поле  $\gamma$  направлено на следующие характеристики:  $\gamma_l = f_{ij}$  – дисциплина принадлежит плану специальности и читается в произвольном порядке.

Время занятий для  $k$ -го магистранта по индивидуальному расписанию определяется из

выражения: 
$$r_k = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^7 q_{ij} \begin{cases} q_{ij} = p_{ij} & (\mu_{ik} > 0) \\ q_{ij} = 0 & (\mu_{ik} = 0) \end{cases}$$

$\gamma_2 = R$  – дисциплины принадлежат к множеству дисциплин, выбранных магистрантом. Множество принадлежности дисциплины к индивидуальному плану магистранта:

$$R \subseteq D \mid p_i = \sum_{k=1}^{m_m} q_{ik} > 0 \begin{cases} q_{ik} = p_{ik} & \mu_{ik} > 0 \\ q_{ik} = 0 & \mu_{ik} = 0 \end{cases} \text{ для } i = \overline{1, m_d}.$$

$\gamma_3 = J$  – определенный вид занятий дисциплины, который преподается одним или несколькими преподавателями. Множество принадлежности дисциплины к индивидуальному плану работы преподавателя определяется:

$$\tau_{ijk} \in \{0, 1\}, \text{ где } i = \overline{1, m_d}, j = \overline{1, 7}, k = \overline{1, m_t} : J \subseteq D \mid \sum_{k=1}^{m_t} \tau_{ijk} > 0 \mid p_{ij} > 0, \forall i, \forall j.$$

Следовательно, при имеющейся аудиторной нагрузке  $p_{ij}$  любого типа занятия для всех дисциплин определяются согласно распределения один или несколько преподавателей (например, в случае преподавания интегральных дисциплин) ли для проведения  $ij$ -того занятия.

$\gamma_4 = B = B_1 \cup B_2 \cup B_3$  – деление дисциплин за видом занятий согласно кратности недель, где  $B_1$  – множество еженедельных занятий;  $B_2$  – множество занятий, которые происходят один раз на две недели;  $B_3$  – множество занятий дисциплин, количество которых не кратно половинному количеству недель (такие занятия планируются за определенными датами).

$\gamma_5 = H$  – деление типов занятий дисциплин, учитывая ограничения, которые предопределены психолого-педагогическими особенностями преподавания и восприятия дисциплин магистрантами научного направления:  $h_k \in \{-20, \dots, 20\}$ ,  $k = \overline{1, m_h}$ , здесь  $m_h$  – количество психолого-педагогических ограничений.

Целевая функция автоматизированного формирования расписания  $\delta$  с учетом необходимых условий с максимальным количеством баллов:

$$\delta = \max \left( \sum_{k=1}^{m_t} w_k \sum_{j=1}^{m_x} \frac{v_{kj} \pi_{kj}}{\sum_{i=1}^{m_x} \pi_{ki}} + \sum_{k=1}^{m_h} n_k \cdot h_k \right)$$

здесь  $v_{kj} \in \{0, 1\}$ ,  $j = \overline{1, m_x}$  – признак учета дополнительного условия для преподавателя соответствующей дисциплины,  $\pi_{kj}$  – приоритет реализованного условия,  $w_k$  –

взвешивающий коэффициент рейтинга преподавателя,  $\pi_{ki}$  – приоритеты комплекса разных условий для соответствующего преподавателя.

#### 4. Разработка моделей автоматизированной системы формирования расписания

Модель автоматизированной системы (рис. 2) представляет собой структурное подчинение общей автоматизированной системе ведения документооборота ИнМАД, отображает функциональную взаимосвязь и возможность согласованного использования общих ресурсов.

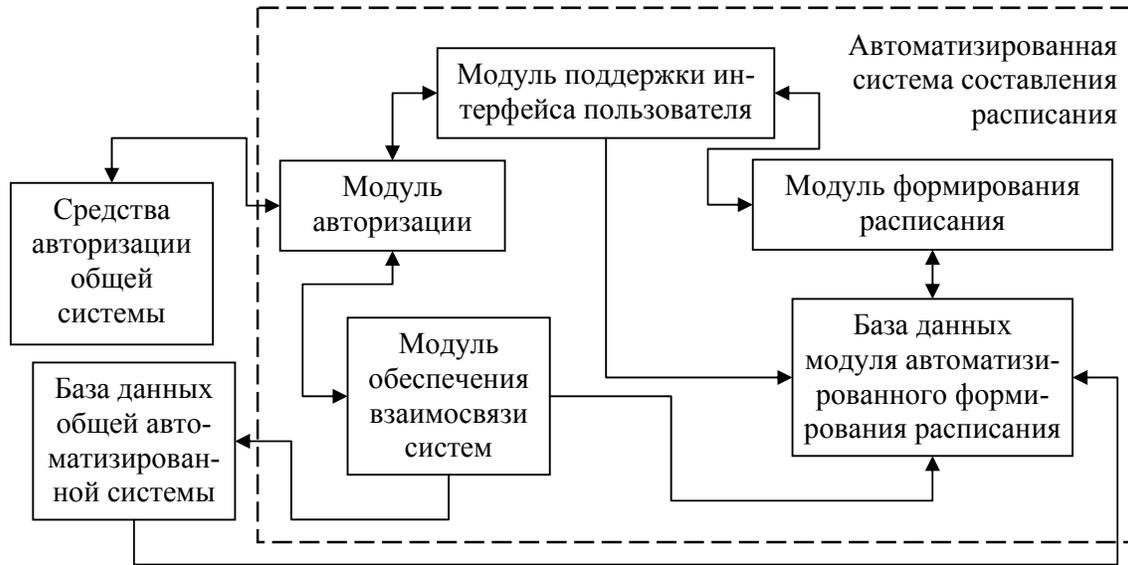


Рис. 2. Обобщенная модель автоматизированной системы формирования расписания

Результатом анализа предметной области является составление структурной схемы данных, которая отображает основные связи между информативными таблицами (рис. 3).



Розклад занять магістрантів 09-3

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервіс Даніє Переход Ізбранне Справка Прагма

Назад Поиск Избранное

Q23

Затверджено  
РЕКТОР

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГРАФІК ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ ВИКЛАДАЧІВ З МАГІСТРАНТАМИ

№ семестру	в особі	в особі	в особі	в особі	в особі	в особі	в особі	в особі
	УТ	ТЕКСТЕ	ТЕКСТЕ	ТІМ	МІЖОВІ	АТМ	ТІП	ПІСКИ
7	Людія Філософія науки і техніки Проф. Ратніков В.С. Ауд. 4125	Людія Філософія науки і техніки Проф. Ратніков В.С. Ауд. 4125	Людія Філософія науки і техніки Проф. Ратніков В.С. Ауд. 4125	Людія Філософія науки і техніки Проф. Ратніков В.С. Ауд. 4125	Людія Філософія науки і техніки Проф. Ратніков В.С. Ауд. 4125	Людія Філософія науки і техніки Проф. Ратніков В.С. Ауд. 4125	Людія Філософія науки і техніки Проф. Ратніков В.С. Ауд. 4125	Людія Філософія науки і техніки Проф. Ратніков В.С. Ауд. 4125
8	Дисципліна наукового спілкування магістерської підготовки	Дисципліна наукового спілкування магістерської підготовки	Дисципліна наукового спілкування магістерської підготовки	Дисципліна наукового спілкування магістерської підготовки	Дисципліна наукового спілкування магістерської підготовки			
9	Практика. Інженерна мова Ст.заст. Мисайлова О.М. Ауд.3448	Практика. Інженерна мова Ст.заст. Мисайлова О.М. Ауд.3448	Практика. Інженерна мова Ст.заст. Мисайлова О.М. Ауд.3448	Практика. Інженерна мова Ст.заст. Терпикова Л.І. Ауд. 3444	Практика. Інженерна мова Ст.заст. Терпикова Л.І. Ауд. 3444	Практика. Інженерна мова Ст.заст. Терпикова Л.І. Ауд. 3444	Практика. Інженерна мова Ст.заст. Терпикова Л.І. Ауд. 3444	Практика. Інженерна мова Ст.заст. Гайдайчук Л.І. Ауд. 3441
10	Практика. Інженерна мова Ст.заст. Мисайлова О.М. Ауд.3448	Практика. Інженерна мова Ст.заст. Мисайлова О.М. Ауд.3448	Практика. Інженерна мова Ст.заст. Мисайлова О.М. Ауд.3448	Практика. Інженерна мова Ст.заст. Терпикова Л.І. Ауд. 3444	Практика. Інженерна мова Ст.заст. Терпикова Л.І. Ауд. 3444	Практика. Інженерна мова Ст.заст. Терпикова Л.І. Ауд. 3444	Практика. Інженерна мова Ст.заст. Терпикова Л.І. Ауд. 3444	Практика. Інженерна мова Ст.заст. Гайдайчук Л.І. Ауд. 3441
7	Людія Зовнішня-економічна діяльність Проф. Козловський В.О. Ауд. 2407	Людія Зовнішня-економічна діяльність Проф. Козловський В.О. Ауд. 2407	Людія Зовнішня-економічна діяльність Проф. Козловський В.О. Ауд. 2407	Людія Зовнішня-економічна діяльність Проф. Козловський В.О. Ауд. 2407	Людія Зовнішня-економічна діяльність Проф. Козловський В.О. Ауд. 2407	Людія Зовнішня-економічна діяльність Проф. Козловський В.О. Ауд. 2407	Людія Зовнішня-економічна діяльність Проф. Козловський В.О. Ауд. 2407	Людія Зовнішня-економічна діяльність Проф. Козловський В.О. Ауд. 2407
8	Дисципліна наукового спілкування магістерської підготовки	Дисципліна наукового спілкування магістерської підготовки	Дисципліна наукового спілкування магістерської підготовки	Дисципліна наукового спілкування магістерської підготовки	Дисципліна наукового спілкування магістерської підготовки			
9	Дисципліна наукового спілкування магістерської підготовки	Дисципліна наукового спілкування магістерської підготовки	Дисципліна наукового спілкування магістерської підготовки	Дисципліна наукового спілкування магістерської підготовки	Дисципліна наукового спілкування магістерської підготовки			
10	Людія Теорія та практика наукової діяльності Проф. Шабатур Ю.В. Ауд. 3105	Людія Теорія та практика наукової діяльності Проф. Шабатур Ю.В. Ауд. 3105	Людія Теорія та практика наукової діяльності Проф. Шабатур Ю.В. Ауд. 3105	Людія Теорія та практика наукової діяльності Проф. Ільченко Л.І. Ауд. 1223	Людія Теорія та практика наукової діяльності Проф. Ільченко Л.І. Ауд. 1223	Людія Теорія та практика наукової діяльності Проф. Ільченко Л.І. Ауд. 1223	Людія Теорія та практика наукової діяльності Проф. Ільченко Л.І. Ауд. 1223	Людія Теорія та практика наукової діяльності Проф. Петрук В.Г. Ауд. 7305
	Естетика та культурологія Проф. Вульська Т.Б. Ауд. 2363 Людія - 104	Естетика та культурологія Проф. Вульська Т.Б. Ауд. 2363 Людія - 104	Естетика та культурологія Проф. Вульська Т.Б. Ауд. 2363 Людія - 104	Естетика та культурологія Проф. Вульська Т.Б. Ауд. 2363 Людія - 104	Естетика та культурологія Проф. Вульська Т.Б. Ауд. 2363 Людія - 104	Естетика та культурологія Проф. Вульська Т.Б. Ауд. 2363 Людія - 104	Естетика та культурологія Проф. Вульська Т.Б. Ауд. 2363 Людія - 104	Естетика та культурологія Проф. Вульська Т.Б. Ауд. 2363 Людія - 104
	Практика-29.04.20.05:10.06	Практика-29.04.20.05:10.06	Практика-29.04.20.05:10.06	Практика-29.04.20.05:10.06	Практика-29.04.20.05:10.06	Практика-29.04.20.05:10.06	Практика-29.04.20.05:10.06	Практика-29.04.20.05:10.06
	Психологія наукової діяльності	Психологія наукової діяльності	Психологія наукової діяльності	Психологія наукової діяльності	Психологія наукової діяльності	Психологія наукової діяльності	Психологія наукової діяльності	Психологія наукової діяльності

Лист1 / Лист2 / Лист3 /

Неизвестная зона

Рис. 5. Ілюстрація частини сформованого розкладу занять магістрантів

Алгоритмічну послідовність реалізації методу автоматизованого формування розкладу для дисциплін магістерської підготовки ілюструє блок-схема алгоритму роботи системи (рис. 6), яка проілюстрована на рисунку 6..

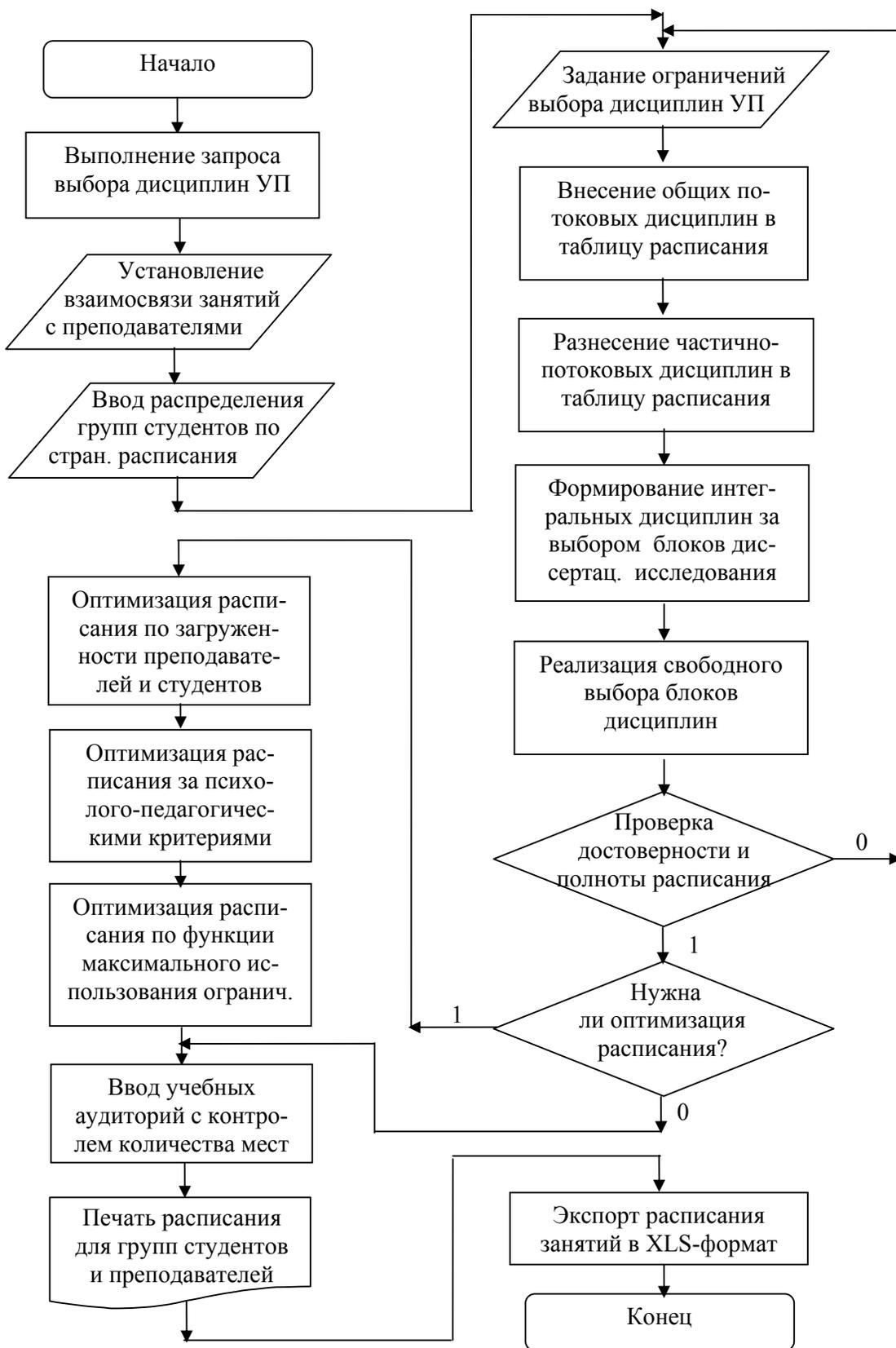


Рис. 6. Алгоритм реализации метода формирования расписания магистратуры

Реализация разработанных моделей автоматизированной системы, алгоритма работы и метода формирования расписания ИнМАД осуществлена средствами объектно-ориентированного языка программирования PHP.

### Выводы

Разработанные модели автоматизированного формирования расписания для магистратуры реализованные в среде автоматизированной системы документооборота, управления и мониторинга учебного процесса Института магистратуры, аспирантуры и докторантуры Винницкого национального технического университета. Реализованный метод автоматизированного создания расписания обеспечивает требования Болонского процесса относительно составления индивидуальных планов магистрантов, в которых аккумулированы блоки обязательных дисциплин, блоки дисциплин диссертационного исследования, избранных студентами, которые формируют структуру интегральных дисциплин соответствующих специальностей, и блоки поточных дисциплин профессиональной подготовки за специальностями аспирантуры.

Модульная реализация разработанной системы автоматизированного составления расписания в структуре общей автоматизированной системы ведения документооборота Института магистратуры, аспирантуры и докторантуры обеспечивает возможность общего использования баз данных и внедрения общей политики защиты информационного обеспечения системы.

Разработанная система реализована средствами современных сетевых web-технологий с целью автоматизации организационных процессов и обеспечения возможности одновременного удаленного доступа пользователей к информационным ресурсам в процессе формирования служебной документации.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барышников А. В. Ректор – программа для составления расписания уроков // Компьютерные инструменты в образовании. – Санкт-Петербург. – № 5. – 1998. – (www.aec.neva.ru/journal).
2. Барышников А. В. Softkey.ru и информатизация учебного процесса // Softkey.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.softkey.info/reviews/review.php?ID=378>.
3. TimeTables Manual // aScTimeTables [http://www.asctimetables.com/documents/aScTimeTables\\_Manual\\_English.pdf](http://www.asctimetables.com/documents/aScTimeTables_Manual_English.pdf). - 60 pages.
4. aSc Расписания // Справка в Интернете [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://help.asctimetables.com/index.php?lang\\_id=7&id=699](http://help.asctimetables.com/index.php?lang_id=7&id=699)
5. Расписание ПРО // DigSee Ltd [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.digsee.com/rus/timetable/>.
6. Пантелеев В. Л. Университет 3.2.0.711 // PRZONE.RU [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.przone.ru/soft/prog167.html>.
7. Коффман Э. Г. Теория расписаний и вычислительные машины. – М.: Наука, 1984.
8. Пайкерс В. Г. Методика составления расписания в образовательном учреждении. Изд. 3-е испр. и доп. – М.: АРКТИ. 2001.
9. Лагоша Б. А., Петропавловская А.В. Комплекс моделей и методов оптимизации расписания занятий в вузе // Экономика и мат. методы. 1993. Т. 29. Вып. 4.
10. Сухарев А. Г., Тимохов А. В., Федоров В. В. Курс методов оптимизации. – М.: Наука, 1986.
11. Мельников А. Ю., Сусяк Н. М. Автоматизация процесса составления расписания занятий в высшем учебном заведении // Комп'ютерне моделювання в освіті: Матеріали Всеукраїнського науково-методичного семінару, Кривий Ріг, 29 березня 2005 р. – Кривий Ріг: КДПУ, 2005. – С. 52-53.
12. Верёвкин В. И., Исмагилова О. М., Атавин Т. А. Автоматизированное составление расписания учебных занятий вуза с учётом трудности дисциплин и утомляемости студентов // Доклады ТУСУРа, №1 (19),

часть 1, 2009 с.221-225.

13. Мокін В. Б., Бевз С. В., Бурбело С. М. Розробка та впровадження систем документообігу і менеджменту навчального процесу магістерської підготовки // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. — 2006.— № 2. — С. 5–12.

14. Мокін В. Б., Бевз С.В., Мацко Л. А. Застосування інноваційних та інформаційних технологій у навчанні магістрантів у ВНТУ (з досвіду роботи) / Зб. матеріалів VIII Міжнародної науково-практичної конференції “Гуманізм та освіта”. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. — С. 22-25.

15. Юхимчук С. В., Бевз С. В., Бурбело С.М., Дмитришин О. В., Чернова І. О.Розробка локальної автоматизованої системи розподілу навантаження в процесі ведення документообігу // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – Вінниця. – № 1. – 2009. – С. 107-111.

16. Юхимчук С. В, Бевз С. В., Бурбело С. М., Кузьміна Н. Ф., Хрущак С. В. Комп’ютеризована система управління індивідуальними навчальними планами магістратури // Міжнародний науково-технічний журнал Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. . – 2008. – №2(16). – С.5-8.

17. Юхимчук С. В., Бевз С. В., Бурбело С. М., Крещенцька М. В., Богатчук С. М. Розробка автоматизованої системи формування розподілу навантаження дисциплін магістерської підготовки // Наукові праці ВНТУ. – 2008. – № 4. – Режим доступу до журн.: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2008-4/2008-4.files/uk/08svymts\\_uk.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2008-4/2008-4.files/uk/08svymts_uk.pdf).

**Бевз Светлана Владимировна** – к. т. н., доцент кафедры электрических станций и систем,

**Войтко Виктория Владимировна** – к. т. н., доцент кафедры программного обеспечения,

**Бурбело Сергей Михайлович** – аспирант кафедры интеллектуальных систем.

**Шоботенко Андрей Николаевич** – магистрант кафедры программного обеспечения.  
Винницкий национальный технический университет.