

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРАВИЛАМИ ПРИЕМА В ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ КАК КОМПОНЕНТА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ ПРИЕМНОЙ КОМИССИИ*

Н.А. Гладких

Межрегиональный научно-методический центр
высоких информационных технологий
Курский государственный университет
ул. Радищева, 33, Курск, Россия, 305000

В статье предлагается модель системы принятия решений как компоненты автоматизированной информационной системы обработки данных абитуриентов высшего учебного заведения. Назначением системы, реализованной на базе предлагаемой модели, является асинхронная генерация перечня позиций приема с учетом введенных предварительно данных абитуриента и совершаемых в момент составления заявления пользователем системы действий. Дается описание математической и объектно-ориентированной модели предлагаемого решения.

Ключевые слова: принятие решений, математическая модель, автоматизация, управление, правила вывода, высшее учебное заведение.

Информатизация образования является одним из приоритетных направлений государственной политики в Российской Федерации. Тенденции информатизации общества и интеграции информационных систем различного класса и уровня обуславливают необходимость применения инновационных методов в организации и управлении образовательным процессом. В условиях перехода к новой модели и повышения уровня образования возрастает потребность в обеспечении образовательных учреждений средствами автоматизации деятельности их различных структурных подразделений.

Для каждого высшего учебного заведения приемная кампания является ключевым мероприятием, определяющим стратегию его развития, качество образовательной деятельности и кадрового потенциала. Изменение и усложнение порядка

* Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009—2013», государственный контракт 16.740.11.0438 от 26 ноября 2010 г.

приема абитуриентов, необходимость оптимизации использования людских и временных ресурсов, потребность в обеспечении абитуриентов информацией о приеме посредством электронных СМИ актуализируют проблему разработки информационной системы автоматизации рабочего процесса приемной комиссии вуза.

Проблема автоматизации работы приемной комиссии высшего учебного заведения входит в комплекс мероприятий по информатизации образования и опирается на достижения в применении информационных технологий в административных и коммерческих структурах. Решение проблемы повышения эффективности приемной кампании определяется следующими составляющими: предоставление абитуриентам наиболее комфортных условий подачи документов для поступления, информации об условиях приема и перечня направлений подготовки (специальностей), обеспечение руководства высшего учебного заведения средствами мониторинга и контроля процесса приема заявлений и рядом других [2]. Автором разработана и введена в эксплуатацию информационная система автоматизации работы приемной комиссии «Абитуриент», использовавшаяся в ходе приемных кампаний Курского государственного университета в 2010—2012 гг.

В состав информационной системы «Абитуриент» была включена интеллектуальная система управления правилами приема, представляющая собой систему логического вывода, организованную как комплекс программных модулей. Предлагаемая интеллектуальная система управления применялась для расчета доступных позиций приема для абитуриента по предоставленным данным абитуриента (информации о предыдущем образовании, льготах и т.п.) и правилам приема в учебное заведение (внутренним положениям, регламентирующим порядок приема заявлений абитуриентов и их участия в конкурсе на зачисление).

Рассмотрим математическую модель интеллектуальной системы управления правилами приема. Определим множество сущностей, формирующих правило приема как множество ключевых сущностей правил приема (направление подготовки, программа подготовки, форма обучения, уровень предыдущего образования, категория вступительных испытаний и т.п.).

Итак, имеем набор ключевых сущностей правил приема. Данный набор состоит из двух типов сущностей:

1) формирующих перечни условий участия в конкурсе на определенную позицию приема («Уровень предыдущего образования», «Дата окончания предыдущего образования», «Профиль предыдущего образования» и т.п.). Значения ключевых атрибутов этих сущностей вводятся в систему абитуриентом или оператором системы;

2) определяющих позиции приема («Направление подготовки или специальность», «Профиль направления подготовки», «Срок обучения», «Вступительные испытания на позицию приема» и т.п.).

Значения ключевых атрибутов этих сущностей также вводятся в систему абитуриентом или оператором системы. Однако перечень доступных для ввода значений формируется с учетом введенных значений ключевых атрибутов сущностей первого и второго типов, а также внутренних отношений между сущностями второго типа.

Каждой ключевой сущности правил приема соответствует определенный набор ключевых атрибутов. Наборы ключевых атрибутов сущностей — это наборы атрибутов, однозначно определяющие кортежи соответствующих ключевых сущностей и являющиеся минимальными среди всех своих подмножеств [4].

Модель управления ключевыми сущностями представлена на рис. 1.

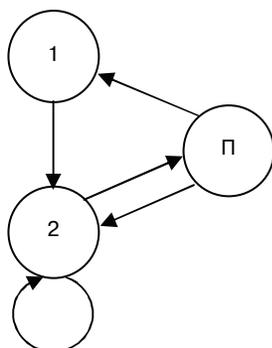


Рис. 1. Модель управления ключевыми сущностями:

1 — ключевые сущности первого типа, 2 — ключевые сущности второго типа;
П — пользователь системы

На рис. 1 стрелками изображены потоки данных, которыми обмениваются элементы системы — пользователь и управляющая программная логика ключевых сущностей. Пользователь вводит в систему данные ключевых сущностей первого и второго типов. При этом ввод данных сущностей второго типа регламентируется метаправилом вывода позиции приема из правила приема.

Это означает, что набор доступных для ввода значений ключевых сущностей второго типа определяется введенными пользователем значениями ключевых сущностей:

1) первого типа (данные абитуриента) — при вводе этих данных будет сформирован доступный для ввода набор значений ключевых сущностей второго типа;

2) второго типа (данные позиции приема) — при вводе данных каждой ключевой сущности второго типа, доступный для ввода набор значений ключевых сущностей этого типа, будет переформирован в соответствии с введенными значениями ключевых сущностей первого типа (данными абитуриента), федеральным порядком приема и внутренними правилами приема учебного заведения.

Итак, имеются следующие множества:

— R — пространство имен атрибутов предметной области. $R = \{r_j\}$, где r_j — имена атрибутов предметной области, $1 \leq j \leq |R|$;

— сущности предметной области — наборы $R_i = \langle r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in} \rangle$ имен атрибутов предметной области, причем $\forall i, j R_i \cap R_j = \emptyset$ — необходимое условие избыточности модели; $r_{ij} \in R$; $n_i = |R_i|$;

— $R^* = \{R_j\}$ — класс всех наборов значимых атрибутов предметной области, R_j — подклассы-наборы значимых атрибутов;

— $K^* = \{K_j\}$ — класс ключевых атрибутов, K_j — подклассы-наборы ключевых атрибутов; любой набор R_j функционально полно зависит от соответствующего набора

$$K_i = \langle k_{i1}, k_{i2}, \dots, k_{im_i} \rangle \quad (m_i = |K_i|); \quad K_i \subset R_i \subset R.$$

— множество $\bar{R} = \bigcup_i \bar{R}_i$ означиваний имен атрибутов предметной области; означивания имен атрибутов каждой отдельной сущности R_i представляют собой наборы

$$\bar{R}_i = \langle \langle \alpha_{11}^i, \alpha_{12}^i, \dots, \alpha_{1n}^i \rangle, \langle \alpha_{21}^i, \alpha_{22}^i, \dots, \alpha_{2n}^i \rangle, \dots, \langle \alpha_{m1}^i, \alpha_{m2}^i, \dots, \alpha_{mn}^i \rangle \rangle,$$

где α_{jk}^i — j -е означивание атрибута r_{ik} , $\alpha_{jk}^i = \eta_{m_i}^j(\theta(k, R_i))$, $\theta: \{k\} \rightarrow \{\bar{R}_i\}$ — функция селекции по координате k , $\eta_{m_i}^j(\langle \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_j, \dots, \beta_{m_i} \rangle)$ — проекция i -го набора означиваний на j -ю координату;

— множество $E = \{E_j\}$ ключевых сущностей предметной области. Каждая ключевая сущность E_i представляет отношение вида

$$E_i = \{r_{ij} \mid r_{ij} \in R_i, \exists r_{ij} \in K_i, R_i = f(K_i), f: K^* \xrightarrow{1-1} R^*, 1 \leq j \leq |R_i|\},$$

где $f: K^* \xrightarrow{1-1} R^*$ — функциональные зависимости наборов атрибутов R_i отношений E_i от соответствующих наборов ключевых атрибутов K_i .

Определим метаправило приема как

$$Q = \langle M, G \rangle. \tag{1}$$

1. $M = \langle \widetilde{k}_{a'1}, \dots, \widetilde{k}_{a'n'}, \widetilde{k}_{a''1}, \dots, \widetilde{k}_{a''n''}, \dots, \widetilde{k}_{a^{(m)}1}, \dots, \widetilde{k}_{a^{(m)}n^{(m)}} \rangle$ — карта метаправила, где \widetilde{k}_{ij} — образ j -ого ключевого атрибута k_{ij} отношения E_i .

2. $G = \{g_i(\alpha_{jk}^i)\}$ — семейство функций классификации, где аргумент $\alpha_{jk}^i = \eta_{m_i}^j(\theta(k, R_i))$. Причем область определения каждой такой функции $\rho(g_i) = \bar{R}$, область значений $\delta(g_i) = \{0; 1\}$.

Пусть имеются классы $R^I = \{R_i^I\}$ сущностей первого типа и $R^{II} = \{R_i^{II}\}$ — сущностей второго типа такие, что:

- 1) $R^I \subset R^*$, $R^{II} \subset R^*$;
- 2) $R^I \subset E$, $R^{II} \subset E$;
- 3) $R^I \cap R^{II} = \emptyset$;
4. $\forall R_i^\xi \in R^\xi \exists! \widetilde{K}_i^\xi \subset M$,

где \widetilde{K}_i^ξ — образ набора ключевых атрибутов K_i^ξ в карте M метаправила, $\xi \in \{I, II\}$.

Тогда имеем множество \overline{M} означиваний имен координат карты метаправила, такое что $\overline{M} = \left\{ \left\langle g_1(\alpha_{j_1k}^1), g_2(\alpha_{j_2k}^2), \dots, g_n(\alpha_{j_nk}^n) \right\rangle \right\}$, $1 \leq k \leq |\overline{M}|$, $n = \left| \bigcup_i K_i^I \right| + \left| \bigcup_i K_i^{II} \right|$. Каждый k -й элемент — набор множества \overline{M} , представленный в виде конъюнкции факторов — значений функций $g_i(\alpha_{j_ik}^i)$, является k -м фактором предметной области:

$$g_1(\alpha_{j_1k}^1) \wedge g_2(\alpha_{j_2k}^2) \wedge \dots \wedge g_n(\alpha_{j_nk}^n).$$

Примем произвольный фактор $g_i(\alpha_{j_ik}^i)$ свободной переменной:

$$g_i(\alpha_{j_ik}^i) = \omega.$$

Тогда будет справедливым следующее высказывание предметной области

$$g_1(\alpha_{j_1k}^1) \wedge g_2(\alpha_{j_2k}^2) \wedge \dots \wedge g_{i-1}(\alpha_{j_{i-1}k}^{i-1}) \wedge g_{i+1}(\alpha_{j_{i+1}k}^{i+1}) \wedge \dots \wedge g_n(\alpha_{j_nk}^n) \wedge \omega.$$

Отсюда получим k -е правило вывода для произвольного фактора $g_i(\alpha_{j_ik}^i)$:

$$g_1(\alpha_{j_1k}^1) \wedge \dots \wedge g_{i-1}(\alpha_{j_{i-1}k}^{i-1}) \wedge g_{i+1}(\alpha_{j_{i+1}k}^{i+1}) \wedge \dots \wedge g_n(\alpha_{j_nk}^n) \rightarrow \omega. \quad (2)$$

Рассмотрим объектно-ориентированную модель предлагаемой системы управления правилами приема. Разработанная система автоматизации работы приемной комиссии включает в себя перечень реляционных баз данных и программный комплекс для работы с ними. Данный программный комплекс представляет собой клиент-серверное приложение, построенное на базе архитектуры «Модель-Представление-Контроллер» (Model-View-Controller, MVC) [1].

Это означает, что для каждой сущности предметной области, а также сущности-карты метаправила в системе определена следующая тройка классов:

1) класс-модель, обеспечивающий управление и доступ к данным соответствующей таблицы БД;

2) класс-контроллер, обеспечивающий управление соответствующими классом-моделью и классом-представлением;

3) класс-представление, обеспечивающий вывод данных модели и предоставляющее пользователю средства коммуникации с соответствующим контроллером.

Так как для каждой сущности предметной области в соответствии с архитектурой MVC определено 3 класса (Модель, Вид, Контроллер), для удобства введем следующие обозначения:

1) Ri — класс-модель, соответствующий сущности R_i . (R1, R2, ... Rn — соответственно R_1, R_2, \dots, R_n);

2) RiC — класс-контроллер, соответствующий сущности R_i . (R1C, R2C, ... RnC — соответственно R_1, R_2, \dots, R_n);

- 3) RiV — класс-представление, соответствующий сущности R_i . (R1V, R2V, ... RnV — соответственно R_1, R_2, \dots, R_n);
- 4) RiTs — класс-модель, соответствующий сущности R_i^{ξ} ;
- 5) RiTsC — класс-контроллер, соответствующий сущности R_i^{ξ} ;
- 6) RiTsV — класс-представление, соответствующий сущности R_i^{ξ} .

Предоставление пользователю информационной системы перечня доступных позиций приема, формирования перечней форм и категорий вступительных испытаний и т.п. осуществляется в момент регистрации нового заявления абитуриента. Поскольку позиция приема в высшее учебное заведение формируется из значений нескольких ключевых сущностей (факультет, программа обучения, форма обучения, направление подготовки или специальность и т.д.), верификация (проверка введенных данных ключевых сущностей) должна происходить асинхронно, без перезагрузки формы регистрации заявления. Механизм верификации запускается по срабатыванию события изменения поля ввода значений одной из ключевых сущностей на форме регистрации. Выполнение верификации влечет за собой обновление соответствующего поля ввода с формированием для него перечня доступных значений (позиций), удовлетворяющих соответствующему факту предметной области по правилу вывода (2).

В информационной системе «Абитуриент» рассматриваемая система управления правилами приема используется как инструмент принятия решений в модуле подачи заявлений абитуриента. На формирование заявления абитуриента влияют значения ключевых атрибутов ключевых сущностей как первого, так и второго типа. Класс-модель «Предыдущее образование» является агрегатором классов-моделей ключевых сущностей первого типа, а класс-модель «Позиция приема» — агрегатором классов-моделей ключевых сущностей второго типа.

В соответствии с определением (1) сущность «Правило приема», представляющая собой карту M метаправила, в качестве значимых атрибутов включает в себя образы ключевых атрибутов ключевых сущностей первого и второго типов.

Введем обозначения для каждой тройки MVC следующих сущностей:

- 1) для сущности M — карты метаправила: RM, RMC, RMV;
- 2) для сущности $R_{person} \in R^*$ — «Абитуриент»: RPerson, RPersonC, RPersonV;
- 3) для сущности $R_{position} \in R^*$ — «Позиция приема»: RPosition, RPositionC, RPositionV;
- 4) для сущности $R_{education} \in R^*$ — «Предыдущее образование»: REducation, REducationC, REducationV.

Диаграмма классов ключевых сущностей первого и второго типов и сущности «Правило приема» представлена на рис. 2.

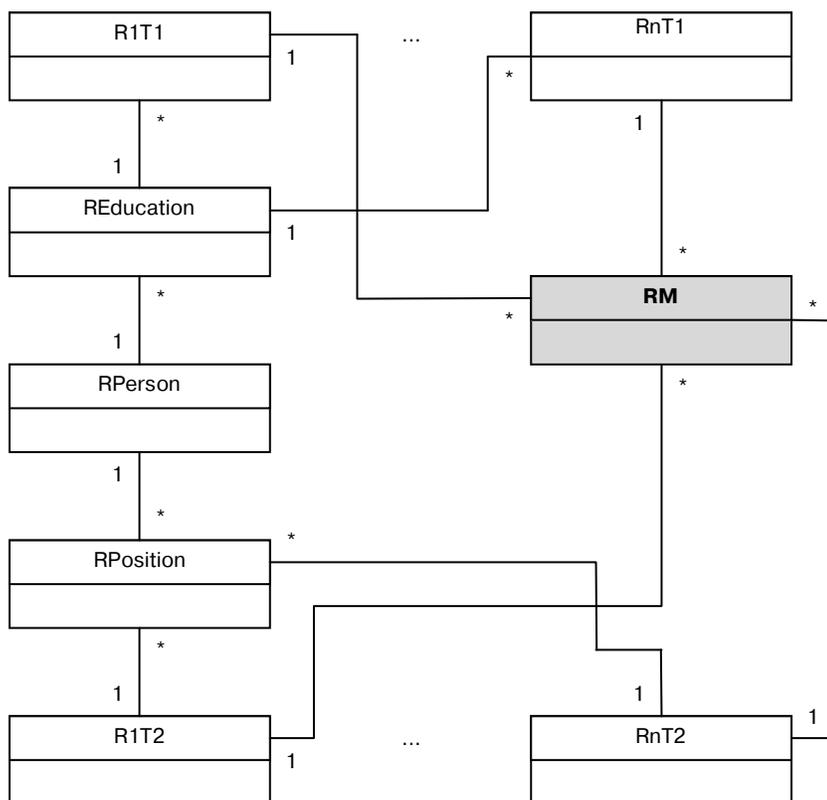


Рис. 2. Диаграмма классов ключевых сущностей первого и второго типов и сущности «Правило приема»

Модель использования модуля приема заявлений информационной системы «Абитуриент» предполагает следующую последовательность действий. После ввода данных абитуриента (ключевые сущности первого типа) пользователем системы формируется позиция приема, в конкурсе на которую желает участвовать абитуриент. Перечень доступных позиций приема, определяемых означиваниями ключевых атрибутов сущностей второго типа — значениями элементов множественного выбора (направления подготовки, программы обучения, формы обучения, перечня вступительных испытаний и т.п.), формируется согласно соответствующему правилу вывода — правилу приема.

В самом начале процесса формирования заявления абитуриента доступные позиции приема выбираются посредством подстановки значений ключевых атрибутов ключевых сущностей первого типа в метаправило приема. Изменение значения любого из элементов множественного выбора приводит к переформированию перечня доступных позиций приема по метаправилу приема, но уже с учетом ключевых атрибутов ключевых сущностей как первого, так и второго типа — значений ключевых атрибутов, равных значениям соответствующих элементов множественного выбора.

Так как данная модель предполагает асинхронное обновление формы ввода позиции приема, для ее реализации требуется обеспечение взаимодействия между

ключевыми сущностями и сущностью «Метаправило». Требуемое взаимодействие реализуется классом-компонентой «Метаправило» (RMCC). Компонента «Метаправило» (RMCC) — распределенная между контроллерами сущностей первого и второго типов и контроллером метаправила RMC программная логика, имеющая доступ к компоненте «Сессия пользователя» (UserSession) — хранилищу временных данных, в котором сохраняются выборки из карты метаправила и соответствующие наборы означиваний сущностей второго типа.

Таким образом, класс-контроллер каждой из ключевых сущностей способен инициировать следующий процесс:

1) формирование и выполнение запроса на поиск правил приема по означиванию ключевых атрибутов соответствующей ключевой сущности. Найденные правила хранятся в специально выделенной области памяти, доступ к которой осуществляется через класс-компоненту «Компонента Сессия Пользователя»;

2) формирование перечня доступных значений соответствующего элемента множественного выбора по найденным правилам приема.

Схема взаимодействия сущностей [3] информационной системы «Абитуриент» и интеллектуальной системы управления правилами приема приведена на рис. 3—4.

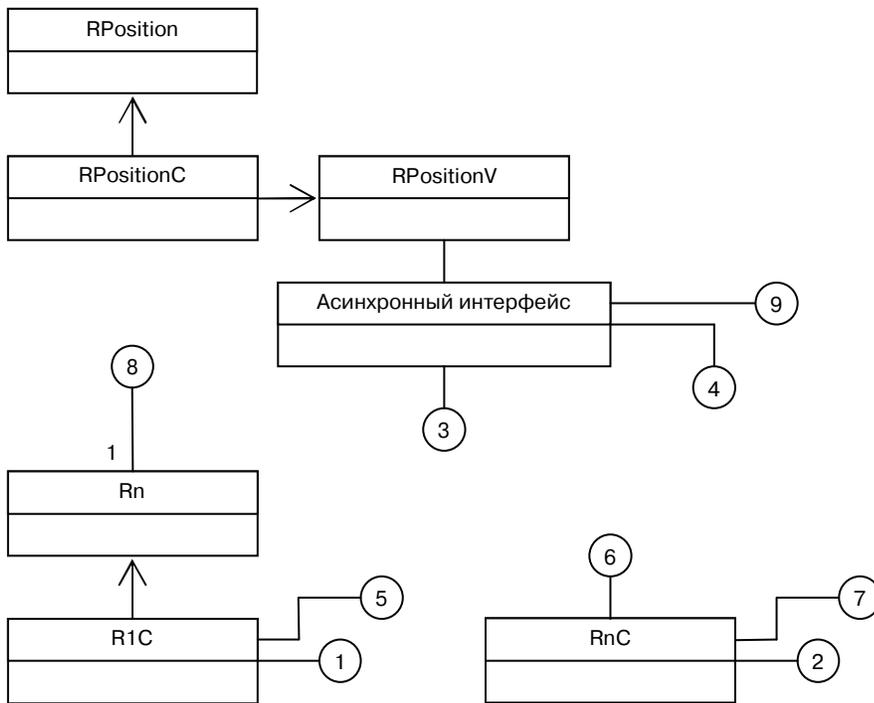


Рис. 3. Схема взаимодействия сущностей информационной системы «Абитуриент» и интеллектуальной системы управления правилами приема

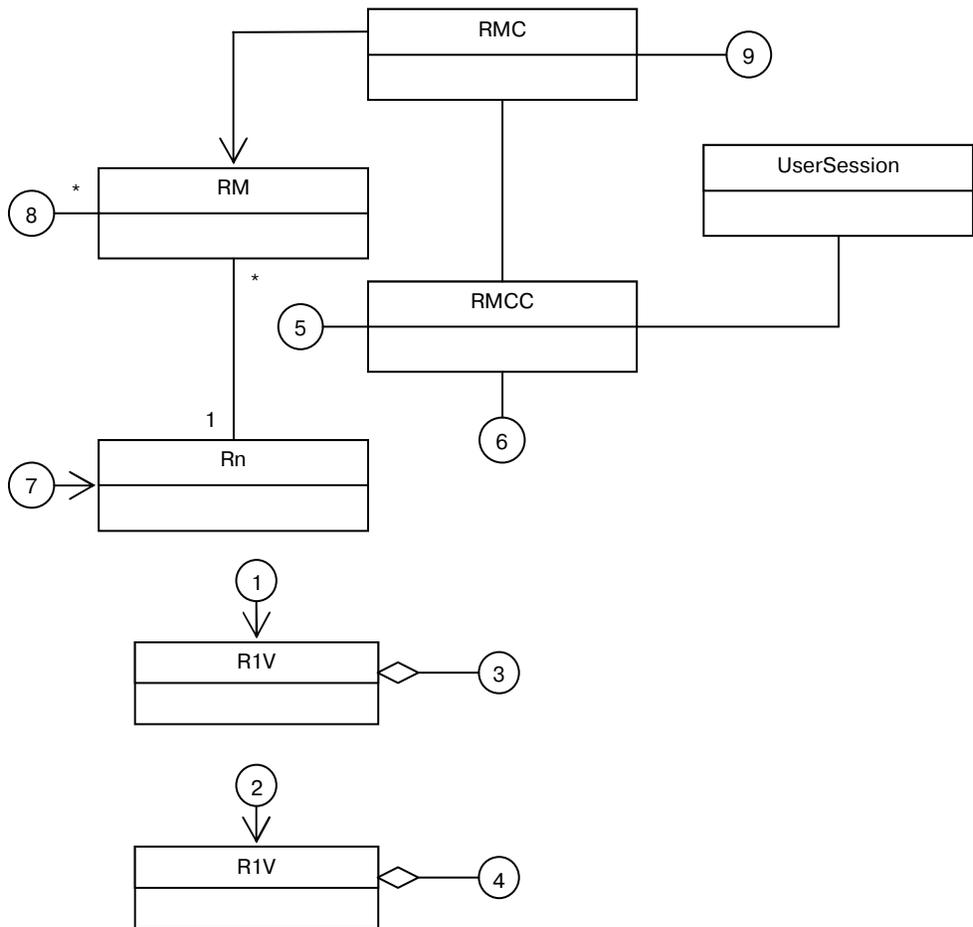


Рис. 4. Схема взаимодействия сущностей информационной системы «Абитуриент» и интеллектуальной системы управления правилами приема (окончание)

Асинхронный интерфейс — распределенная между представлениями сущностей программная логика, отслеживающая события изменения значений ключевых атрибутов в представлениях, запускающая механизм поиска соответствий в карте метаправила и служащая для передачи данных между представлениями сущностей.

Разработанная в ходе нашего исследования модель принятия решений для автоматизированного управления правилами приема, реализованная и внедренная в качестве модуля информационной системы «Абитуриент», позволила решать следующие задачи:

1) ввод и хранение правил приема в информационной системе управления приемом абитуриентов в виде правил логического вывода;

2) формирование релевантных позиций выбора условий поступления (позиция приема, форма обучения, форма вступительных испытаний и возможность ее выбора, специальные условия приема и др.), соответствующих хранимым в системе правилам вывода.

Разработанная модель позволяет однозначно определить перечень позиций приема, доступных для абитуриента, в зависимости от предоставленных им исход-

ных данных, а также выбираемых им значений позиций условий поступления при регистрации в информационной системе и подаче заявлений.

Реализованная на базе предлагаемой модели система принятия решений является автономным модулем, подключаемым к информационной системе управления приемом абитуриентов. Данный подход позволяет руководству приемной комиссии изменять поведение системы управления приемом, не прибегая к модификации ее внутренней структуры.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влссидес Дж.* Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. — СПб.: Питер, 2012.
- [2] *Гладких Н.А.* Применение интеллектуального анализа данных в системах электронного документооборота // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета. — 2010. — № 2 (14). — URL: <http://scientific-notes.ru/pdf/014-6.pdf>
- [3] *Гома Х.* UML Проектирование систем реального времени, распределенных и параллельных приложений. — М.: ДМК Пресс, 2011.
- [4] *Дейт К.Дж.* Введение в системы баз данных / Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2005.
- [5] *Катулев А.Н., Северцев Н.А.* Математические методы в системах поддержки принятия решений. — М.: Высшая школа, 2005.
- [6] *Кириевски Дж.* Рефакторинг с использованием шаблонов / Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2008.
- [7] *Сандерсон С.* ASP. NET MVC Framework с примерами на C# для профессионалов. — М.: Вильямс, 2010.
- [8] *Смирнов В.А.* Формальный вывод и логические исчисления. — М.: Наука, 1972.
- [9] *Таненбаум Э., М. ван Стеен.* Распределенные системы. Принципы и парадигмы. — СПб.: Питер, 2003.

INTELLIGENT CONTROL SYSTEM FOR ADMISSION RULES IN HIGHER EDUCATION INSTITUTION AS A COMPONENT OF AN AUTOMATED INFORMATION SYSTEM OF THE ADMISSION COMMITTEE

N.A. Gladkikh

Interregional scientific and methodical center
high information technologies
Kursk state university
Radishchev str., 33, Kursk, Russia, 305000

In this paper we propose a model of decision-making as a component of an automated information system for data processing students of higher education. The purpose of the system implemented on the basis of the proposed model is the asynchronous generation of lists of the admission positions given as input data pre-entrants and committed in time of the application by the operations of the user of the system. Paper describes the mathematical and object-oriented model of the proposed solutions.

Key words: decision making, mathematical model, automation, management, rules of inference, higher education institution.