

сфере передовых информационных технологий путем создания на базе вузов научно-исследовательских центров, где студенты и преподаватели смогут вести совместные проекты с исследовательскими подразделениями данных компаний.

даватели смогут вести совместные проекты с исследовательскими подразделениями данных компаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. mySAPERP Integration of Business Processes / SAP AG. Вальдорф. 2006.

2. Беккер Й., Вилков Л., Таратухин В. и др. Менеджмент процессов. М.: Эксмо. 2007.

УДК 681.5

Р.А. Гарифуллин

СИНТЕЗ ИНТЕГРАЛЬНОГО КРИТЕРИЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ СТУДЕНТОВ В ВУЗЕ

Оптимальная постановка задачи призвана обеспечить наилучшие показатели качества конечного результата и процесса решения проблемы при правильном выборе критерия. Оптимизация задачи связана с решением метазадач целеполагания, синтеза критерия задачи, анализа исходных данных и эффективности использования наличных ресурсов решающей системы, значимости вводимых ограничений. Решение этих метазадач позволяет обосновать не только формулировку исходной корневой задачи, но и синтез алгоритма ее решения, а также алгоритмы оценки достоверности, эффективности и алгоритм управления процессом решения.

Проблема составления расписания в любом учебном заведении в достаточной степени изучена. Разработаны математические методы решения данной проблемы. Единственное приемлемое решение при этом состоит в переборе всех возможных комбинаций конечного расписания с учетом, разумеется, определенных ограничивающих условий. Очевидно, что число допустимых расписаний может быть слишком велико, поэтому для выбора оптимального расписания используются специальные процедуры. Обычно в работах по составлению учебных расписаний в качестве частных критериев оптимальности могут выступать такие критерии, как минимум “окон” в расписании, равномерность учебной нагрузки преподавателей и групп и т. п. Число критериев, учитываемых при составлении

расписания вручную, может достигать сорока и более. Известно, что задачи с большим числом ограничений являются сложными, поэтому в вузах расписанием обычно занимаются диспетчерские службы (бюро расписаний), которые осуществляют деятельность по составлению и модификации расписания непрерывно в течение рабочей недели. Однако даже опытный диспетчер не способен одновременно оценивать расписание более чем по десяти критериям. Поэтому он попеременно рассматривает различные частные критерии, при этом выбор диспетчера обоснован лишь его личным опытом и может быть субъективен. Существующие методы многокритериального анализа лишь ограниченно пригодны для анализа задач с большим числом критериев. Расписание, составленное без учета личных предпочтений преподавателей и учебных групп, не может быть оценено диспетчером как удовлетворительное. Кроме того, так как образовательная система есть вариант социальной системы, можно рассмотреть процесс составления учебного расписания как процесс принятия социального решения.

Постановка проблемы

Наименее обоснованным и сложным этапом постановки какой-либо информационно-материальной задачи является выбор, параметрическая настройка критерия оптимизации получаемых решений, установление компромисса

между противоречивыми требованиями к результату решения.

Критерий в общепринятом смысле означает отличительный признак, на основании которого строится оценка объекта, процесса, результата. Основным смысловым компонентом общего понятия критерия, отличающим его от других свойств, характеристик, признаков, атрибутов произвольных объектов и процессов, служит содержащееся в критерии выражение целевой ориентации критериальной оценки, отражающей позитивные или негативные свойства проблемного объекта в соответствии с поставленными целями.

Критериальная (целевая) функция оценивает меры сходства и различия, состояние достижения цели или расстояние между реальными характеристиками и целевыми идеальными характеристиками, а также выражает необходимые и достаточные требования к алгоритму, процессу и результату решения, определяющему свойства проблемной системы.

Целевая функция выражает согласование в системе предпочтений всех существующих частных характеристик. В предметной семантике условия и соответствующие им частные критерии далеко не равнозначны, а сумма их в целевой функции вообще может быть бессмысленной, если характеристики имеют разные единицы измерения. Эти недостатки критериальной функции исправляются “взвешиванием” частных критериев. Их вес во многих задачах представляется в виде произведения важности, номинальной точности и ценности соответствующего источника информации [1].

В задаче составления расписания используется множество различных данных, поэтому для того, чтобы принять решение по определению наилучшего места читаемой дисциплины в сетке расписания, необходимо учесть влияние всех негативных факторов, а также приоритетов и ограничений. Эти условия необходимо свести к единой целевой функции, которая отражает потери системы, значит, для получения оптимального расписания необходимо свести результирующий критерий к минимуму

Синтез интегрального критерия

Негативными свойствами системы составления расписания считают наличие “окон” и переходов в другие аудитории, измеряемых функцией

расстояния. “Окно” – свободный временной интервал между занятиями для преподавателя или студентов в определенный день. Единицей измерения величины “окна” является одна пара занятий. Расстояние между данным местоположением соответствующего преподавателя или группы студентов и местоположением кабинета следующего занятия считается существенным, если оно превышает один корпус. Расстояние между корпусами измеряется в условных единицах k , назначаемых экспертами, например, k равно среднему расстоянию между ближайшими корпусами вуза. С учетом этого составляется матрица значений расстояний для всех корпусов, с помощью которой вычисляются значения функции расстояния.

В процессе составления расписания для каждого дня занятия подсчитывается количество “окон” и расстояния между аудиториями для преподавателей – соответственно O_p и R_p , и для групп студентов – O_g и R_g . Эти частные критерии ранжируются, упорядочиваются по степени важности требований и переводятся в числовую или ранговую шкалу. Назначаются весовые характеристики частных критериев. Пусть p_p^o – вес “окна” для преподавателей, p_g^o – для групп студентов; p_p^r – вес расстояния для преподавателей, p_g^r – для групп студентов.

В алгоритме были установлены следующие соотношения: $p_p^o < p_g^o$ – “окна” для групп студентов важнее “окон” для преподавателей, поэтому их вес имеет большее значение, $p_p^r > p_g^r$ – преподаватели должны иметь как можно меньшее значение переходов (расстояний) между аудиториями, где они проводят занятия, а для групп данное свойство менее существенно, $p_p^o > p_p^r$ – критерии “окон” важнее расстояний. Таким образом получается система предпочтений для весовых характеристик:

$$p_g^o > p_p^o > p_p^r > p_g^r.$$

Веса критериальных функций определяют экспертным путем. При этом интегральный критерий ρ есть взвешенная сумма частных критериев, нормированных максимальными значениями $\rho_{i \max}$:

$$\rho(x) = \sum_i p_i \frac{\rho_i}{\rho_{i \max}}.$$

Подсчет “окон” сводится к операции суммирования $\sum O$ для каждого дня. Оценки переходов между занятиями подсчитываются по корпусам R_p^k , учитывается и расстояние между этажами R_p^e . Данные критериальной функции также необходимо “взвесить”, соответственно для корпусов и этажей – p_r^k и p_r^e . Тогда подсчет расстояний выглядит таким образом:

$$\sum (p_r^e R_p^e + p_r^k R_p^k).$$

Критерии являются линейными функциями. Учитывая критериальные оценки для преподавателей и групп, имеем формулу

$$p_p^o \sum O_p + p_p^r \sum (p_r^e R_p^e + p_r^k R_p^k) + p_g^o \sum O_g + p_g^r \sum (p_r^e R_g^e + p_r^k R_g^k).$$

Она оценивает суммарную меру негативных элементов системы для конкретного случая, т. е. для определенного преподавателя, предмета, группы и дня недели.

Согласно рекомендациям службы санэпиднадзора, сложность учебной нагрузки должна быть минимальной в понедельник, возрастать к среде и убывать к концу недели (см., например, [2]), а дневная нагрузка в вузах не должна превышать четырех пар. Данное условие иногда нарушается, чтобы согласовать расписание. В таких случаях вводится штрафная функция p_{nagr} . Она определяется таким образом: с первой по четвертую пару занятий значение штрафа равно нулю, далее значения возрастают. Графически это представлено на рисунке.

Значение этой функции вычисляется для каждого дня, так же как и окна и расстояния. Критерий считается для негативных элементов, поэтому полученная ранее формула принимает вид:

$$(p_p^o \sum O_p + p_p^r \sum (p_r^e R_p^e + p_r^k R_p^k) + p_g^o \sum O_g + p_g^r \sum (p_r^e R_g^e + p_r^k R_g^k)) + p_{nagr}.$$

Далее необходимо учесть предпочтения преподавателей на время проведения занятий. Предварительно составляется таблица приоритетов k_t для каждого дня и пары занятий. Желаемое время проведения занятий получает наивысший приоритет. Также вводится ранжирование преподавателей, которые имеют приоритет по отношению друг к другу k_{pr} , определяющий порядок просмотра преподавателей при составлении расписания. Для вычислений используем нормированное значение приоритета k'_{pr} , $0 < k'_{pr} \leq 1$,

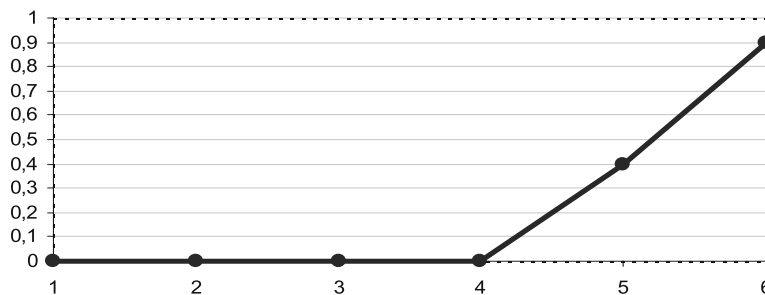
$k'_{pr} = \frac{k_{pr}}{k_{max}}$. Тогда формула вычисления критерия для преподавателя принимает вид:

$$\lambda_{pr} = ((p_p^o \sum O_p + p_p^r \sum (p_r^e R_p^e + p_r^k R_p^k) + p_g^o \sum O_g + p_g^r \sum (p_r^e R_g^e + p_r^k R_g^k) + p_{nagr})) k'_{pr} / k_t.$$

Чтобы оценить работу системы в целом, необходимо вычислить сводный критерий для всех преподавателей и групп студентов. Получаем выражение

$$\lambda = \sum_{pr} k'_{pr} \left(\sum_d \left(\sum_g \left((p_p^o \sum O_p + p_p^r \sum (p_r^e R_p^e + p_r^k R_p^k) + p_g^o \sum O_g + p_g^r \sum (p_r^e R_g^e + p_r^k R_g^k) + p_{nagr}) \right) / k_t \right) \right),$$

где \sum_d – подсчет по всем дням; \sum_g – подсчет по всем группам, у которых преподает соответствующий преподаватель; \sum_{pr} – подсчет по всем преподавателям.



Определение штрафной функции

Алгоритм реализован на языке **php** в стандартной операционной системе. В связи со сложностью вычисления интегрального критерия для работы системы составления оптимального расписания предполагается использовать суперЭВМ университета.

Таким образом, в процессе создания автоматизированной системы составления расписа-

ния были выбраны основные частные критерии, характеризующие негативные элементы системы ("окна" и значение переходов (расстояние) между аудиториями), назначены весовые характеристики, учтены основные требования (ограничения, предпочтения и приоритеты преподавателей и студентов) и составлен интегральный критерий, позволяющий оценить оптимальность результата составления расписания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Зверев Г.Н.** Теоретическая информатика и ее основания. В 2 т. Т. 2. М.: Физматлит. 2009. 576 с.

2. **Галужин К.С.** Математическая модель оптимального учебного расписания с учетом нечетких предпочтений: Дис. ... канд. физ.-мат. наук. Пермь. 2004. 148 с.

УДК 658.012: 004.42

Ю. А. Голландцев, В.А. Дубенецкий

АРХИТЕКТУРА КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ В ВУЗЕ

Информационные системы планирования и управления ресурсами производства, видами поставок комплектующих изделий и исходных материалов класса **MRP/ERP** подтвердили свою эффективность при использовании в хорошо формализованных средах, к которым относится промышленное производство. Возникает естественное желание рассмотреть особенности применения систем класса **MRP/ERP** в слабо формализованных средах, к которым относится образовательный процесс в вузах. Под **MRP/ERP** соответственно понимаем **Manufacturing Requirement Planning** и **Enterprise Resource Planning**.

Любая система класса **MRP/ERP** рассчитана на множество реализаций и развитие во времени. Поэтому каждая информационная система строится как специализированный инструментарий для реализации проектных решений в области

управления предприятием и имеет большое количество параметров настройки. Кроме того, у каждой системы есть свои развитые средства программирования и настройки. Проблема заключается в том, какие классы моделей предприятия используются в качестве основы для настройки и какими средствами осуществляется такая настройка.

Настройку системы под конкретный проект внедрения желательно выполнять в рамках параметризации периода исполнения. Обеспечить такие возможности позволяет подход, основанный на динамическом описании модели организации и использовании ее в качестве основы для обеспечения нужных свойств конкретной реализации.

Одна из проблем внедрения **ERP-системы** связана с тем, что разработанное программное обеспечение не способно справиться со значи-