

УДК 378:519.8

С. Н. СУЛТАНОВА, С. В. ТАРХОВ

## МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ РАСПРЕДЕЛЕНИИ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Рассмотрены модели и алгоритмы поддержки принятия решений при распределении учебной нагрузки на этапе подготовки учебного процесса в вузе, обеспечивающие заданную равномерность загрузки преподавателей различными видами учебной работы с учетом должностных коэффициентов по видам работ и по учебной нагрузке в целом при выполнении принятых при распределении ограничений. Предложены функциональная и математическая модели. Рассмотрен укрупненный алгоритм решения задачи и поддержки принятия решений при распределении учебной нагрузки между преподавателями кафедры на основе нечетких множеств. *Распределение учебной нагрузки; образовательные системы; учебная работа; виды учебных работ; учебная нагрузка; учебный процесс*

### ВВЕДЕНИЕ

Распределение учебной нагрузки между преподавателями является одной из ответственных, сложных, трудоемких и плохо формализуемых задач, решаемых на этапе подготовки учебного процесса в вузе. Эта задача особенно трудоемка, если велико число дисциплин, читаемых на кафедре, а кадровый состав кафедры достаточно многочислен и динамичен.

Задача распределения учебной нагрузки между преподавателями является особенно актуальной в условиях:

- нестабильности кадрового состава, особенно на больших кафедрах, ведущих множество дисциплин, имеющих много потоков по одной и той же дисциплине, большое число обслуживаемых факультетов, представительств, филиалов и многообразия форм обучения;
- динамично меняющейся нагрузке и контингента студентов, особенно на младших курсах;
- целесообразности перераспределения учебной, научной и методической нагрузки между профессорско-преподавательским составом кафедры с учетом наиболее эффективного достижения целей развития кафедры.

Целями любой кафедры является не только эффективность учебной деятельности преподавателей, но и повышение результативности научной и методической работы коллектива. Для того чтобы достичь этих целей, необходимо в интересах развития кафедры

перераспределять виды учебных работ (учебную, методическую, научную) между преподавателями кафедры.

Известен ряд работ [1–3], посвященных проблеме распределения нагрузки между преподавателями кафедры. Однако в этих работах в основном рассматриваются методы, позволяющие решать данную задачу либо для небольших кафедр, либо для кафедр теоретического направления, характеризующихся большой лекционной нагрузкой (до 30–40% общей нагрузки) и сравнительно небольшой нагрузкой по практическим и лабораторным занятиям (до 10–15% общей нагрузки). Так, в работе [1] критерием распределения является квалификационный уровень преподавателя, определяемый экспертным путем, а каждый предмет распределяется одному преподавателю. Под предметом здесь понимается учебная дисциплина, которая ведется одним преподавателем в одной аудитории, при этом, если лекционный курс читается на нескольких потоках, то число предметов соответствует числу потоков. При большой суммарной нагрузке в учебном потоке этот метод распределения не даст желаемого результата. В работе [2] возможен выбор одного из двух критериев: равная средняя учебная нагрузка или максимально-допустимая нагрузка для преподавателя. Ни тот ни другой критерий не обеспечивает относительную равномерность нагрузки преподавателей по видам работ, в результате чего может сложиться ситуация, при которой одному преподавателю будет распределена преимущественно аудиторная нагрузка

(практические занятия, лабораторные работы и т. п.), а другому — внеаудиторная, например курсовое или дипломное проектирование. Работа [3] посвящена распределению научной работы преподавателей по критерию ее эффективности с точки зрения эффективности с целью максимизации общего научного результата. При этом эффективность выполнения учебной работы для всех преподавателей принимается одинаковой и ее объем назначается как разность между общей нагрузкой преподавателя и нагрузкой, выполняемой по другим видам работ: научной и методической. Подходы к распределению учебной нагрузки в работе не рассматриваются.

В настоящее время отсутствуют формализованные методы, позволяющие решать задачу распределения учебной нагрузки для многопрофильных кафедр, ведущих как специальные, так и общеобразовательные дисциплины с большим объемом учебной нагрузки. При этом учебные занятия по общеобразовательным дисциплинам проводятся в больших потоках (5-8 учебных групп, а общий объем нагрузки по учебному потоку сравним или превышает годовую учебную нагрузку преподавателя) и занятия в каждом потоке ведут несколько преподавателей.

Нами предлагается использовать в качестве критерия распределения заданную равномерность загрузки преподавателей различными видами учебной работы с учетом должностных коэффициентов по видам работ и по учебной нагрузке в целом. Такой подход позволит не только обеспечить «справедливость» при распределении учебной нагрузки, но и предоставить руководству кафедрой возможность эффективно использовать педагогический и научный потенциал в интересах развития кафедры.

Рассмотрим некоторые аспекты распределения учебной нагрузки между преподавателями кафедры в образовательных системах вузов.

Исходными данными для задачи распределения учебной нагрузки между преподавателями кафедры, как показано на рис. 1, являются: учебная нагрузка кафедры по читаемым ей дисциплинам, рассчитанная учебным управлением; плановое штатное расписание кафедры; фактический штат преподавателей кафедры; предполагаемые совместители и почасовики, привлекаемые к проведению учебных занятий на кафедре; критерии и ограничения.



Рис. 1. Исходные данные задачи распределения учебной нагрузки

На рис. 2 показано место задачи распределения учебной нагрузки в структуре задач, решаемых на этапе подготовки учебного процесса и связанных с планированием проведения учебных занятий.

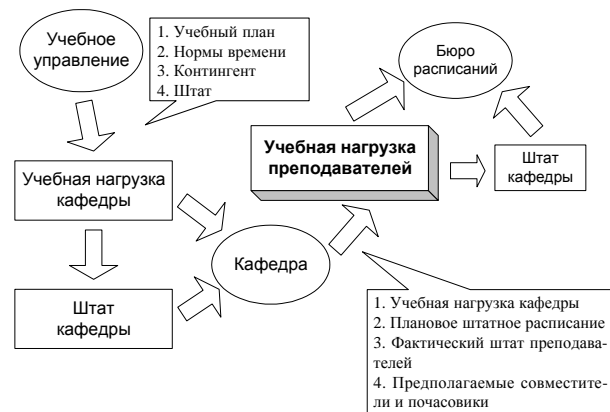


Рис. 2. Место задачи в структуре планирования учебных занятий

Настоящая работа направлена на создание моделей распределения учебной нагрузки между преподавателями кафедры с заданной равномерностью по видам работ и по учебной нагрузке в целом и разработку алгоритмов, позволяющих в человеко-машинном режиме распределить учебную нагрузку, а также при необходимости дорабатывать и корректировать ее с участием лица, принимающего решение, в данном случае заведующего кафедрой (заместителя заведующего кафедрой по учебной работе).

## 1. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ

Функциональная модель распределения учебной нагрузки между преподавателями кафедры, подробно рассмотренная в работе [4], разработанная на основе технологии ВР-Win, описывает функции и процедуры, выполняемые исполнителями в процессе работы

с автоматизированной информационной системой поддержки принятия решений «Учебная нагрузка ППС». На рис.3 приведен начальный уровень декомпозиции «Распределить учебную нагрузку между преподавателями» с потоками входящей и выходящей информации, механизмами выполнения указанного действия, и элементов контроля и управления, на основе которых оно выполняется.

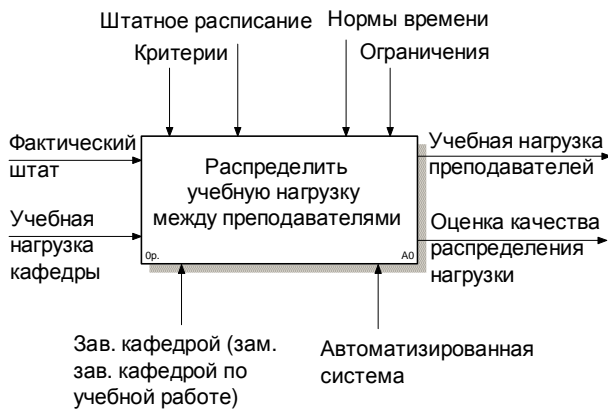


Рис. 3. Контекстная диаграмма A0

Функциональная диаграмма, представленная на рис. 4, является декомпозицией контекстной диаграммы A0 «Распределить учебную нагрузку между преподавателями» и состоит из трех блоков: блок A1 «Подготовить/модифицировать исходные данные», блок A2 «Закрепить за преподавателями учебную нагрузку» и блок A3 «Контролировать качество распределения».

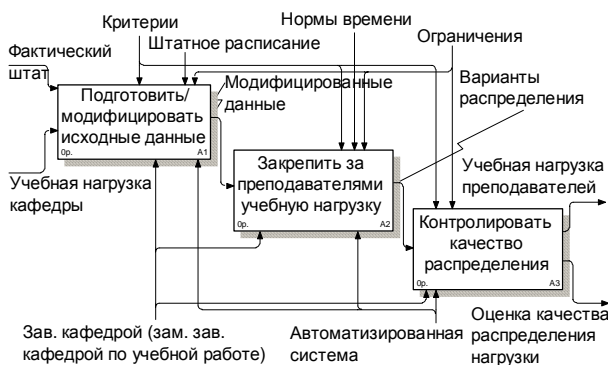


Рис. 4. Декомпозиция контекстной диаграммы A0

Блоки A1-A3 представляют собой три основных подмодуля единого исходного модуля (блока нулевого уровня), и отражает общий вид и единую функцию системы — «Распределить учебную нагрузку между преподавателями».

Каждый из перечисленных выше подмодулей декомпозирован подобным же образом для более детального представления. Так, блок следующего уровня A1 подготавливает и/или модифицирует исходные данные для дальнейшего распределения. Наиболее глубоко проработанной (с точки зрения SADT) в распределение учебной нагрузки между преподавателями кафедры является блок уровня A2. Он позволяет подразделить процесс распределения на отдельные блоки, такие как:

- закрепить лекционную нагрузку, экзамены, дипломное проектирование за преподавателями;
- закрепить практические занятия и лабораторные работы курса за преподавателями;
- закрепить оставшуюся нагрузку между преподавателями;
- проверить соотношение видов учебных работ;
- оценить принятое решение;
- сформировать варианты распределения.

Полученная на этом этапе модель отражает основные наборы данных, которые использует или производит система. Блок уровня A3 затрагивает функции контроля качества распределения, где формируются показатели распределения (например, в виде диаграмм и графиков), производится оценка распределения (оцениваются варианты распределения), используя алгоритмы оценки эффективности качества, на основе которой и выбирается наилучший вариант распределения.

## 2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Приведем основные положения математической модели распределения учебной нагрузки между преподавателями кафедры [5]. Пусть за кафедрой закреплено  $s$  дисциплин:  $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_s$  — нагрузка по каждой дисциплине и  $n$  преподавателей:  $B_1, B_2, \dots, B_t, \dots, B_n$  — нагрузка по каждому преподавателю,  $\sum_{i=1}^s A_i = \sum_{t=1}^n B_t$ . Каждая дисциплина в свою очередь состоит из  $k$  видов учебных работ:  $C_1, C_2, \dots, C_j, \dots, C_k$  — нагрузка по каждому виду учебной работы,  $C_j \subset A_i$ .

Для каждого  $t$ -го преподавателя задаются: уровень профессиональной подготовки, связанный с выполнением  $j$ -го вида учебной работы  $i$ -й дисциплины —  $w_{tji}$ ; предпочтения к дисциплинам, факультетам и направлениям —  $l_t$ ; преемственность —  $f_{tij}$  (т.е. выполнял  $t$ -й преподаватель  $j$ -й вид учебной работы  $i$ -й

дисциплины или нет); диапазон минимальной и максимальной нагрузки по  $j$ -му виду учебной работы для преподавателей всех должностей и по учебной нагрузке преподавателя для каждой должности.

Требуется найти такое распределение, при котором разность между максимальной и минимальной учебной нагрузкой преподавателя будет минимальной при заданных предпочтениях и ограничениях.

Для того чтобы задать диапазоны минимальной и максимальной нагрузки по  $j$ -му виду учебной работы для преподавателей всех должностей и по учебной нагрузке преподавателя для каждой должности необходимо определить средние показатели: среднюю нагрузку по кафедре, среднюю нагрузку по должностям преподавателей, среднюю нагрузку преподавателей по конкретному виду учебной работы, необходимых для распределения нагрузки.

Рассчитанные средние показатели позволят правильно задать диапазоны минимальной и максимальной нагрузки конкретного вида учебной работы для преподавателей определенной должности, например,  $\pm 10\%$  от средних показателей. Заданные диапазоны минимальной и максимальной нагрузки установят пороги меньше и больше, которой она не может быть ни при каком распределении, следовательно, не будет скачков по видам работ и не получится так, что у одного преподавателя только лекции, а у другого — только практические занятия или лабораторные работы и т. д.

Таким образом, формализованная задача распределения учебной нагрузки между преподавателями кафедры будет иметь следующий вид:

$$F = \max |B_{t,d,j}^{\max} - B_{t,d,j}^{\min}| \rightarrow \min, \quad (1)$$

где

$$B_{t,d} = \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^k x_{jit_d} C_{ji} l_t w_{jit} f_{ji},$$

$$t = \overline{1, n}, \quad f_{tji} \in \{0; 1\},$$

где  $s$  — количество дисциплин;  $n$  — количество преподавателей (фактический штат кафедры);  $A_i$  — нагрузка по  $i$ -й дисциплине  $i = \overline{1, s}$ ;  $x_{jit_d}$  — назначение  $j$ -го вида учебной работы  $i$ -й дисциплины  $t$ -му преподавателю  $d$ -й должности,  $x_{jit_d} \in \{0; 1\}$ ;  $C_{ji}$  — нагрузка по  $j$ -му виду учебной работы  $i$ -й дисциплины.

В такой формулировке эту задачу можно свести к задаче наилучшего (равномерного)

приближения функции (задаче чебышевской аппроксимации) [6].

В качестве ограничений определим:

1. Суммарный объем нагрузки по кафедре должен быть равен суммарному объему учебной нагрузки по всем преподавателям:

$$\left( \sum_{i=1}^n A_i \right) = \left( \sum_{t=1}^n B_t \right), \quad (2)$$

2. Все виды учебных работ из  $i$ -х дисциплин должны быть распределены между преподавателями полностью, т. е.:

$$\sum_{t=1}^n \sum_{j=1}^k x_{jit} = A_i, \quad i = \overline{1, s}. \quad (3)$$

3. Объем нагрузки по  $j$ -му виду учебной работы  $t$ -го преподавателя должен находиться исходя из диапазонов минимальной и максимальной нагрузки конкретного вида учебной работы:

$$C_j^{\min} \leq \sum_{i=1}^s C_{ji} \cdot x_{jit} \leq C_j^{\max}, \quad j = \overline{1, k}, \quad (4)$$

где  $C_j^{\min}$  — рекомендуемая минимальная нагрузка  $j$ -го вида учебной работы;  $C_j^{\max}$  — рекомендуемая максимально допустимая нагрузка  $j$ -го вида учебной работы.

4. Доля  $j$ -го вида учебной работы  $t$ -го преподавателя  $d$ -й должности должна находиться исходя из диапазонов минимальной и максимальной нагрузки конкретного вида учебной работы:

$$B_{t,d,j}^{\min} \leq \sum_{i=1}^s B_{ji,t_d} \cdot x_{jit} \leq B_{t,d,j}^{\max}, \quad (5)$$

$$t = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, k}, \quad d = \overline{1, z}, \quad B_{ji,t_d} \geq 0,$$

где  $B_{t,d,j}^{\min}$  — рекомендуемая минимальная нагрузка  $j$ -го вида учебной работы  $t$ -го преподавателя  $d$ -й должности;  $B_{ji,t_d}$  — доля  $j$ -го вида учебной работы  $t$ -го преподавателя  $d$ -й должности;  $B_{t,d,j}^{\max}$  — рекомендуемая максимально допустимая нагрузка  $j$ -го вида учебной работы  $t$ -го преподавателя  $d$ -й должности.

5. Каждый преподаватель может вести нагрузку, не превышающую максимальной нагрузки допустимой типовым положением о высшем учебном заведении РФ:

$$(\forall t \in \overline{1, n}) \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^k x_{jit} \cdot C_{ji} \leq B_t^{\max}, \quad (6)$$

где  $C_{ji}$  — нагрузка по  $j$ -му виду учебной работы  $i$ -й дисциплины;  $B_t^{\max}$  — рекомендуемая максимально допустимая нагрузка преподавателя по типовому положению о высшем учебном заведении РФ.

Доля нагрузки  $t$ -го преподавателя  $d$ -й должности должна находиться исходя из диапазонов минимальной и максимальной нагрузки для конкретной должности преподавателя:

$$B_{td}^{\min} \leq \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^k B_{td} \cdot x_{jit} \leq B_{td}^{\max}, \quad (7)$$

$$t = \overline{1, n}, \quad B_{td} \geq 0,$$

где  $B_{td}^{\min}$  — рекомендуемая минимальная нагрузка преподавателя  $d$ -й должности;  $B_{td}$  — доля нагрузки  $t$ -го преподавателя  $d$ -й должности;  $B_{td}^{\max}$  — рекомендуемая максимально допустимая нагрузка преподавателя  $d$ -й должности.

6. Один и тот же лекционный курс на одном потоке читается только одним преподавателем:

$$\sum_{t=1}^n x_{tji}^q = 1, \quad i = \overline{1, s}, \quad q = \overline{1, Q}, \quad j = 1, \quad (8)$$

где  $q$  — индекс потока.

8. Желательно чтобы преподавателю, который читает лекции в этом потоке, назначались и другие виды учебных работ:

$$\sum_{j=1}^k x_{jit}^q \geq h, \quad h \leq k, \quad i = \overline{1, s}, \quad t = \overline{1, n}. \quad (9)$$

9. Желательно, чтобы лабораторные работы по одной дисциплине в одной группе назначались одному преподавателю:

$$\sum_{t=1}^n x_{jit}^g = 1, \quad i = \overline{1, s}, \quad g = \overline{1, G}, \quad j = 3. \quad (10)$$

где  $g$  — группа.

Таким образом, решаемая задача рассматривается как задача о наилучшем приближении, сводящаяся к задаче минимакса.

### 3. АЛГОРИТМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Выделим наиболее крупные этапы решения задачи распределения учебной нагрузки между преподавателями кафедры и изобразим порядок их выполнения в виде укрупненной схемы (рис. 5), подробно рассмотренной в работах [7].



Рис. 5. Укрупненная схема распределения учебной нагрузки

Решение задачи распределения учебной нагрузки между преподавателями кафедры состоит из пяти основных этапов:

- 1) ввода исходных данных;
- 2) закрепления за преподавателями видов учебных работ;
- 3) формирование вариантов и оценка распределения;

4) сравнение вариантов распределения и выбор наилучшего варианта распределения;

5) вывод наилучшего варианта распределения.

Блоки 1–10 реализуют этап формирования исходных данных для последующего распределения учебной нагрузки. В блоках 2–4 вводятся следующие исходные данные для решения задачи: учебная нагрузка кафедры по читаемым ей дисциплинам, рассчитанная учебным управлением; плановый штат, рассчитанный учебным управлением; фактические данные о преподавателях (фактический штат); общие ограничения и критерии. Блок 5 предназначен для определения средних показателей: средней нагрузки по кафедре, средней нагрузки по должностям преподавателей, средней нагрузки преподавателей по конкретному виду учебной работы с учетом должностных коэффициентов по видам работ, необходимых для распределения нагрузки.

Рассчитанные средние показатели позволят правильно задать диапазоны минимальной и максимальной нагрузки конкретного вида учебной работы для преподавателей определенной должности, диапазоны минимальной и максимальной нагрузки преподавателя для конкретной должности и т. д., например,  $\pm 10\%$  от средних показателей. На основе заданных диапазонов формируется таблица норм объема работы преподавателей по должностям преподавателей и по основным видам учебных работ для преподавателей всех должностей. В блоке 6 вводятся ограничения по конкретному преподавателю (индивидуальные объемы часов), например, у одного из преподавателей учебная нагрузка не должна превышать 500 часов, а другому преподавателю необходимо снизить учебную нагрузку в первом семестре и т. д. В блоке 7 в первую очередь, если есть персонализированная нагрузка, жестко закрепляем ее за преподавателями, которые ее должны вести. Блоки 8–10 позволяют выявить критические параметры по дисциплинам, по преподавателям и по учебной нагрузке, проранжировав: дисциплины по количеству преподавателей, преподавателей по количеству дисциплин и дисциплины у каждого преподавателя по предпочтению.

На втором этапе в блоке 11 осуществляется закрепление учебной нагрузки за преподавателями по видам работ в указанной последовательности:

- лекции, экзамены, текущие и экзаменационные консультации;

- практические занятия, лабораторные работы;

- другие виды учебных работ (контрольные, курсовые работы и т. д.).

На третьем этапе в блоках 12–14 производится оценка распределения и формирование вариантов распределения.

Четвертый этап в блоках 15–16 позволяет сравнивать варианты распределения и выбирать наилучший вариант из множества допустимых вариантов распределения [8].

Средством исследования области допустимых решений, приводящим к желаемому выбору наилучшего решения, является человеко-машинные процедуры (ЧМП), представляющие собой процедуры общения лица, принимающего решения (ЛПР) и компьютера. Они состоят из совокупности шагов, каждый из которых включает в себя фазу анализа, выполняемого ЛПР, и фазу расчетов, выполняемых компьютером [9].

Для того чтобы облегчить ЛПР выбор наилучшего варианта распределения из множества допустимых вариантов распределения, необходимо сравнить их между собой.

Для этого представим варианты распределения в виде нечеткой случайной величины (НСВ):

$$S = \left\{ \frac{A_1}{B_1}, \frac{A_2}{B_2}, \frac{A_3}{B_3} \right\}, \quad (11)$$

где  $A_1, A_2, A_3$  — некоторые нечеткие множества, а  $B_1, B_2, B_3$  — вероятности того, что величина примет именно это значение. Эти вероятности нормированы, их сумма равна 1. Область значений нечеткой случайной величины составляют нечеткие множества.

Применительно к вариантам распределения можно записать НСВ так:

$$S = \left\{ \frac{\text{'неочень'}}{B_1}, \frac{\text{'хороший'}}{B_2}, \frac{\text{'лучший'}}{B_3} \right\}, \quad (12)$$

где нечеткие множества «не очень», «хороший», «лучший» заданы своими функциями принадлежности. Эти нечеткие множества в процессе решения задачи можно дополнять.

Исходя из формы НСВ, оценка вариантов распределения производится двумя словами — мерой возможности и базовым значением. Например, «скорее хороший» или «точно лучший». Тем самым полностью моделируется оценивание человеком данного критерия.

рия. Вводится три значения меры возможности: «точно», «скорее» и «возможно». Каждое из этих слов соответствует не одному значению возможности, а сразу всем трем в зависимости от того, на каком из нечетких множеств базируется оценка. В соответствии с этим, а также исходя из определенного набора правил, из словесной оценки формируется соответствующая ей НСВ. Эксперты, анализируя варианты, могут расширять эту базу правил нечеткой логики.

Для рассмотренного выше примера правила формирования НСВ таковы:

- если мера возможности «точно», то базовому значению оценки присваивается вероятность 1, остальным — 0. Например, вариант распределения «точно хороший»: {'не очень'/0, 'хороший'/1, 'лучший'/0};

- если мера возможности «скорее», то базовому значению оценки присваивается вероятность 0,75, остальным по убыванию. Например, вариант распределения «скорее хороший»: {'не очень'/0,15, 'хороший'/0,75, 'лучший'/0,35}; вариант распределения «скорее лучший»: {'не очень'/0,15, 'хороший'/0,35, 'лучший'/0,75}.

Аналогично формируются правила НСВ для меры «возможно».

Если же стоит задача выбора вариантов, то после принятия некоторого критерия  $K_i$  выбирается тот вариант, для которого значение  $K$  является максимальным лишь из всех сравниваемых вариантов, т. е.  $\max K = \max \{K_i\}$ , где  $i$  — номер варианта.

При этом нет оснований утверждать, что лучший из выбранных вариантов является действительно оптимальным, т. е. лучшим из всех возможных. Более того, обычно получается, что  $\max K_i < \max K_j$ .

В результате всего этого получается не окончательный вариант учебной нагрузки преподавателей, а некий его прототип, требующий дополнительной доработки с участием ЛПР (эксперта).

Таким образом, полученный алгоритм сочетает в себе достоинства уже существующих алгоритмов, и применение его позволит найти «оптимальные» варианты решений задачи распределения учебной нагрузки между преподавателями кафедры за приемлемое время. Кроме того, предложенный алгоритм позволяет качественно и рационально решать задачу поиска наилучшего решения с учетом ряда критериев и множества ограничений.

На пятом этапе в блоке 17 осуществляется вывод наилучшего варианта распределе-

ния, выбранного экспертом, и завершается алгоритм распределения.

Следует отметить, что в результате получается не окончательный вариант распределения, а некий его прототип, позволяющий при необходимости дорабатывать и корректировать нагрузку с участием лица, принимающего решение (заведующего или заместителя заведующего кафедрой по учебной работе).

## ВЫВОДЫ

Рассмотренные в работе модели и алгоритмы позволяют в значительной мере формализовать процесс решения задачи распределения учебной нагрузки между преподавателями кафедры. Это дает возможность создать информационную систему поддержки принятия решений и автоматизировать процесс распределения учебной нагрузки на базе использования человеко-машинных процедур.

Рассмотренная функциональная модель, построенная на базе методологии SADT, позволяет: детально представить компоненты исследуемой автоматизированной информационной системы поддержки принятия решений «Учебная нагрузка ППС» и саму структуру системы; наглядно проследить за последовательностью выполняемых системой процедур и функций процесса распределения учебной нагрузки; разработать информационную систему для распределения учебной нагрузки между преподавателями кафедры.

Приведенные в работе математическая модель и алгоритм, реализованный в виде автоматизированной информационной системы [10] дают возможность получать по заданным критериям и ограничениям множество допустимых вариантов распределения учебной нагрузки из которых лицо, принимающее решение, выбирает наилучший вариант распределения. В качестве критерия распределения предложено использовать заданную равномерность загрузки преподавателей различными видами учебной работы с учетом должностных коэффициентов по видам работ и по учебной нагрузке в целом. Такой подход позволит не только обеспечить «справедливость» при распределении учебной нагрузки, но и предоставить руководству кафедрой возможность эффективно использовать педагогический и научный потенциал кафедры в интересах ее развития, повышения эффективности учебной, методической и научной работы за счет перераспределения указанных видов работ между преподавателями кафедры.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гусев, В. В.** Система моделей и методов рационального планирования и организации учебного процесса в вузе / В. В. Гусев, Н. Я. Краснер [и др]. Воронеж : ВГУ, 1984, 152 с.
2. **Виноградов, Г. П.** Распределение нагрузки между преподавателями кафедры / Г. П. Виноградов // Вестник ТГТУ. 2002. № 1 (1). С. 53–59.
3. **Коргин, Н. А.** Механизмы обмена как основа распределения научной и учебной нагрузок преподавателей / Н. А. Коргин // Управление большими системами. Вып. 12–13. М. : ИПУ РАН, 2006. С. 90–108.
4. **Тархов, С. В.** Построение функциональной модели распределения учебной нагрузки между преподавателями кафедры / С. В. Тархов, С. Н. Султанова // Информационные технологии моделирования и управления. № 4. Воронеж : Научная книга, 2005. С. 509–515.
5. **Тархов, С. В.** Математическая модель распределения учебной нагрузки между преподавателями кафедры / С. В. Тархов, С. Н. Султанова // Информационные технологии моделирования и управления. № 5. Воронеж : Научная книга, 2005. С. 676–681.
6. **Лоран, П. Ж.** Аппроксимация и оптимизация / П. Ж. Лоран [под ред. Г. Ш. Рубинштейна, Н. Н. Яненко]. М. : Мир, 1975. 496 с.
7. **Тархов, С. В.** Алгоритм распределения учебной нагрузки между преподавателями кафедры и оценка качества распределения / С. В. Тархов, С. Н. Султанова // Информационные технологии моделирования и управления. № 1 (26). Воронеж : Научная книга, 2006. С. 28–37.
8. **Султанова, С. Н.** Комбинированный алгоритм решения задачи распределения учебной нагрузки между преподавателями кафедры / С. Н. Султанова, С. В. Тархов // Управление в социальных и экономических системах : сб. матер. III Междунар. науч.-практ. конф. Пенза : РИО ПГСХА, 2005. С. 30–31.
9. **Ларичев, О. И.** Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных Странах : учеб. / О. И. Ларичев. М. : Логос, 2000. 296 с.
10. **Тархов, С. В.** Система распределения учебной нагрузки между преподавателями кафедры на базе MS EXCEL : свид. об отрасл. рег. разработки № 4295. ОФАП. Гос. корд. центра информац. технol., 2005. / С. В. Тархов, С. Н. Султанова.