

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ КАФЕДРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖАДНОГО АЛГОРИТМА**

**А.А. Сеньковская**<sup>1</sup>

аспирант, e-mail: anastassiya.senkovskaya@gmail.com

**И.И. Фураева**<sup>2</sup>

доцент, к.ф.-м.н., e-mail: furig@mail.ru

<sup>1</sup>Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского

<sup>2</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилёва

**Аннотация.** Представлены основные причины необходимости автоматизации процесса распределения учебной нагрузки кафедры. Сформулирована математическая постановка задачи распределения нагрузки кафедры. Рассмотрены основные алгоритмы, реализующие поставленную задачу, в частности, жадные алгоритмы, направленные на оптимизацию данного автоматизируемого процесса.

**Ключевые слова:** оптимизация, моделирование, педагогическая нагрузка, жадный алгоритм.

### **Введение**

Объём работы профессорско-преподавательского состава в вузах устанавливается с учётом необходимости выполнения всех видов учебной, учебно-методической и научно-исследовательской работы, вытекающей из занимаемой должности, учебного плана и плана научно-исследовательской работы. Объём различных видов работ, выполняемых каждым преподавателем, устанавливается в зависимости от характера контингента обучающихся (студенты, аспиранты), от необходимости участия преподавателя в учебной, научной или методической работе, а также с учётом его индивидуальных возможностей в наиболее эффективном выполнении того или иного вида работ. Основным документом, определяющим работу каждого преподавателя на весь срок его избрания, является индивидуальный план, в который ежегодно вносится планируемая ему на текущий учебный год учебная (в часах), учебно-методическая, научно-исследовательская и другие виды работ [1].

В [2] описывается другая программа, которая позволяет автоматизировать процессы расчёта учебной нагрузки кафедры и генерации отчётных документов стандартного вида.

Для распределения учебной нагрузки можно использовать различные инструменты [1, 3], но наиболее простым и удобным является использование воз-

возможностей MS Excel. Именно для этого инструмента и рассмотрим решение некоторых наиболее часто встречающихся задач.

### Постановка задачи

Задача распределения учебной нагрузки является стандартной задачей управления учебным процессом кафедры. Тем не менее, каждый вуз имеет собственные шаблоны представления как исходных данных, так и результатов распределения нагрузки. Одни вузы производят расчёт только в часах, другие же и в часах, и в кредитах. Учёт кредитов значительно увеличивает вычислительную нагрузку и длину шаблона. Сравним шаблоны представления результатов распределения (рисунки 1, 2).

№ п/п	Наименование дисциплины	Код и наименование специальности	семестр по РУП	контингент	Группы	Курс	Количество групп	Количество подгрупп	Количество студентов	Количество часов	Выс. обучения	Лекции	Семинары, прат. занятия	Лабораторные занятия	СРСЛ	Рейтинговый контроль	Консультации	Экзамены	Курсовая работа	Расчётно-графический проект	Ручное дикт. работами	Работа над курс. диссертациями/ научное руководство	Учебная практика	Педагогическая практика	Производственная практика	Работа в ГАК	Рецензирование дикт. работ и т.п.	Другие виды работ	ВСЕГО		
																														в часах	в кредитах
1	Распределенные системы	81072330-ИС	3	4	МАК-2г/о	2	1	1	6	30	30								1,5											61,50	о
2	Распределенные системы	81072330-ИС	3	4	МАК-2г/о	2	1	1	6	30	30								1,75											61,75	о
3	Параллельное программирование	88073430-БТ	5	3	Д/О-3г/о	2	1	1	6	9	18								1,5											28,50	о
4	Программирование баз данных	88073430-БТ	3	2	З/О-3г/о	2	1	1	11	9	9								2,75											20,75	о
Итого 1 семестр основное									78	78	9	0	0	0	0	0	0	0	7,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172,50	о
Итого за 1 семестр									78	78	9	0	0	0	0	0	0	0	7,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172,50	о
1	Информационная безопасность и защита информации	88073330-ИС	6	2	Ф/О-10М	3	1	2	17	0	15								4,25											34,25	о
2	Проектирование прикладных информационных систем	88073330-ИС	2	3	МАК-1-Э/О	1	1	1	12	0	15	15							3											49,00	о
3	Инновационная практика	88073330-ИС	4	3	МАК-2г/о	2	1	1	1	1	1																			12,00	о
4	Научно-исследовательская деятельность	88073330-ИС	4	1	МАК-2г/о	2	1	1	1	1	1												17							17,00	о
5	Основы тестирования программного обеспечения	88073430-БТ	6	2	З/О-3г/о	3	1	1	6	6	6								2											20,00	о
6	Параллельное программирование	88073430-БТ	6	2	З/О-3г/о	3	1	1	6	6	6								2											20,00	о
Итого 2 семестр основное									48	15	48	0	0	0	0	0	0	0	11,25	0	0	0	17	0	0	12,0	0	0	0	151,25	о
Итого за 2 семестр									48	15	48	0	0	0	0	0	0	0	11,25	0	0	0	17	0	0	12,0	0	0	0	151,25	о
Итого за год основное									126	93	96	0	0	0	0	0	0	0	18,75	0	0	0	17	0	0	12,0	0	0	0	323,75	о
Итого за год дополнительная									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	д
Итого за год									126	93	96	0	0	0	0	0	0	0	18,75	0	0	0	17	0	0	12,0	0	0	0	323,75	д

Рис. 1. Результаты распределения учебной нагрузки в часах

№ п/п	Наименование дисциплины	Код и наименование специальности	семестр по РУП	контингент	Группы	Курс	Количество групп	Количество подгрупп	Количество студентов	Количество часов	Выс. обучения	Лекции	Семинары, прат. занятия	Лабораторные занятия	СРСЛ	Рейтинговый контроль	Консультации	Экзамены	Курсовая работа	Расчётно-графический проект	Ручное дикт. работами	Работа над курс. диссертациями/ научное руководство	Учебная практика	Педагогическая практика	Производственная практика	Работа в ГАК	Рецензирование дикт. работ и т.п.	Другие виды работ	ВСЕГО		
																														в часах	в кредитах
1	Распределенные системы	81072330-ИС	3	4	МАК-2г/о	2	1	1	6	30	30								1,5										61,50	о	
2	Распределенные системы	81072330-ИС	3	4	МАК-2г/о	2	1	1	6	30	30								1,75											61,75	о
3	Параллельное программирование	88073430-БТ	5	3	Д/О-3г/о	2	1	1	6	9	18								1,5											28,50	о
4	Программирование баз данных	88073430-БТ	3	2	З/О-3г/о	2	1	1	11	9	9								2,75											20,75	о
Итого 1 семестр основное									78	78	9	0	0	0	0	0	0	0	7,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172,50	о
Итого за 1 семестр									78	78	9	0	0	0	0	0	0	0	7,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172,50	о
1	Информационная безопасность и защита информации	88073330-ИС	6	2	Ф/О-10М	3	1	2	17	0	15								4,25											34,25	о
2	Проектирование прикладных информационных систем	88073330-ИС	2	3	МАК-1-Э/О	1	1	1	12	0	15	15							3											49,00	о
3	Инновационная практика	88073330-ИС	4	3	МАК-2г/о	2	1	1	1	1	1																			12,00	о
4	Научно-исследовательская деятельность	88073330-ИС	4	1	МАК-2г/о	2	1	1	1	1	1												17							17,00	о
5	Основы тестирования программного обеспечения	88073430-БТ	6	2	З/О-3г/о	3	1	1	6	6	6								2											20,00	о
6	Параллельное программирование	88073430-БТ	6	2	З/О-3г/о	3	1	1	6	6	6								2											20,00	о
Итого 2 семестр основное									48	15	48	0	0	0	0	0	0	0	11,25	0	0	0	17	0	0	12,0	0	0	0	151,25	о
Итого за 2 семестр									48	15	48	0	0	0	0	0	0	0	11,25	0	0	0	17	0	0	12,0	0	0	0	151,25	о
Итого за год основное									126	93	96	0	0	0	0	0	0	0	18,75	0	0	0	17	0	0	12,0	0	0	0	323,75	о
Итого за год дополнительная									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	д
Итого за год									126	93	96	0	0	0	0	0	0	0	18,75	0	0	0	17	0	0	12,0	0	0	0	323,75	д

Рис. 2. Результаты распределения учебной нагрузки в часах и кредитах

Как видно из представленных рисунков, количество столбцов во втором варианте значительно возрастает по сравнению с первым. Результат расчёта невозможно разместить на одном печатном листе, что требует введения дополнительных мер в виде скрытия столбцов с нулевыми суммами или использования скроллинга.

Кроме результатов по распределению нагрузки среди преподавателей требуется разделить её на основную и дополнительную, если количество ставок превышает одну. При небольшом количестве преподавателей такую задачу нетрудно решить вручную.

Для облегчения решения этой задачи в шаблон введены дополнительные строки, как показано на рисунке 3. Основная и дополнительная нагрузка суммируется отдельно для каждого семестра, если строки каким-то образом отметить как относящиеся к основной и дополнительной нагрузке. Наиболее простой способ для этого – введение дополнительного столбца с обозначениями «о» и «д», что позволяет записать в соответствующих ячейках формулы:

$$=СУММЕСЛИ(\$ВХ155:\$ВХ179;"о";N155:N179)$$

$$=СУММЕСЛИ(\$ВХ155:\$ВХ179;"д";N155:N179).$$

Итого 1 семестр основная
Итого 1 семестр дополнительная
Итого за 1 семестр
Итого 2 семестр основная
Итого 2 семестр дополнительная
Итого за 2 семестр
Итого за год основная
Итого за год дополнительная
Итого за год

Рис. 3. Строки для основной и дополнительной нагрузки

Так как большая точность при разделении нагрузки на основную и дополнительную не требуется, то можно путём перебора подобрать подходящий вариант для каждого преподавателя, как это в основном и делается. При этом, конечно, необходимо приблизительно определить количество часов или кредитов на основную или дополнительную ставку. Эту задачу, хотя и очень простую, лучше все-таки выполнить с помощью формул, как это показано на рисунке 4.

час	кред			
98,50	4,66	о		
64,00	3,40	о		
88,75	4,43	о		
58,75	3,43	о		
60,00	2,00	о		
370,00	17,92	о		
0,00	0,00	д		5,970667
370,00	17,92			
30,00	1,00	о		
30,00	1,00	о		
116,50	5,86	о		
28,00	1,62	о		
8,00	1,20	о		
10,00	1,50	о		
3,00	0,10	о		
60,00	2,00	о		
285,50	14,28	о		
0,00	0,00	д		4,759333
285,50	14,28		ставки	кредиты
655,50	32,20	о	1,00	21,46
0,00	0,00	д	0,50	10,73
655,50	32,20		1,50	32,19

Рис. 4. Подсчёт количества кредитов для основной и дополнительной нагрузки

В последней строке указано количество ставок преподавателя. Из запланированных 1,5 ставок одна ставка уходит на основную нагрузку и 0,5 – на дополнительную. В соседнем столбце справа определено количество кредитов, а в соседнем столбце слева указаны для удобства «о» и «д». Кроме этого, определены кредиты на дополнительную нагрузку для осеннего и весеннего семестров, что позволяет более точно выполнять вычисления. Если нагрузка определяется только в часах, то столбцов с кредитами не будет, а формулы будут настроены на академические часы.

При достаточно большом количестве преподавателей кафедры и/или необходимости периодически выполнять заполнение таблиц заново, возникает потребность использования отдельного алгоритма для выбора «о» и «д» в соответствующем столбце.

Сделаем математическую постановку задачи.

Имеется  $m$  строк нагрузки 1 семестра и  $n$  строк нагрузки 2 семестра, объём кредитов для каждой строки известен  $b_{i,1}b_{j,2}$  ( $i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$ ). Введём векторную переменную  $X_k$  ( $k = 1, \dots, m, \dots, m+n$ ), координаты которой принимают значения из множества  $\{1, 0\}$ , причём 1 – если строка входит в дополнительную нагрузку и 0 – если в основную. Тогда задачу можно сформулировать следующим образом: определить  $X_i$  таким образом, чтобы выполнялись условия (1):

$$\sum_{i=1}^m X_i * b_i \approx d_1, \quad \sum_{i=m+1}^{m+n} X_i * b_i \approx d_2. \quad (1)$$

Очевидно, что в условиях (1) равенство выполняется не строго, а приближённо. Следует отметить, что погрешность вычисления в 1 семестре можно перенести во 2 семестр и улучшить за счёт этого общий результат. Тогда условия (1) можно более точно переписать в виде (2)

$$\sum_{i=1}^m X_i * b_i \approx k_1, \quad \sum_{i=m+1}^{m+n} X_i * b_i \approx k_1 + k_2 - K, \quad (2)$$

где  $K = \sum_{i=1}^m X_i * b_i$ .

Если ограничиться постановкой задачи в таком виде, то её нетрудно привести к последовательности двух целочисленных задач оптимизации 3.

$$F_1 = \left| \sum_{i=1}^m X_i * b_i - k_1 \right|, \\ F_2 = \left| \sum_{i=m+1}^{m+n} X_i * b_i - k_1 + k_2 - K \right|, \quad (3) \\ \min F_1, \min F_2.$$

Пока эти задачи без ограничений. Но ограничения чаще всего следует вводить, так как в дополнительную нагрузку должны входить аудиторные занятия.

Это простейшие ограничения, но они могут быть усилены за счёт более жёстких условий.

Введём вектор  $D_k (k = 1, \dots, m, \dots, m + n)$ , который принимает значение 1 для аудиторной нагрузки (дисциплин) и 0 – для внеаудиторной (неактивной) нагрузки. Предположим, что дополнительная нагрузка должна содержать хотя бы одну дисциплину в каждом семестре. В этом случае ограничения примут вид:

$$\sum_{i=1}^m X_i * D_i > 0, \quad \sum_{i=m+1}^{m+n} X_i * D_i > 0. \quad (4)$$

Таким образом получаем задачу целочисленной линейной оптимизации 3 с ограничениями 4. Следует учесть, что возможна ситуация, когда в нагрузке преподавателя могут отсутствовать аудиторские часы, что позволяет учитывать ограничения как желательные, а не строго обязательные.

Рассмотрим алгоритмы решения двоичных задач оптимизации с ограничениями. Сразу следует отметить, что использование инструмента MS Excel «Поиск решения» оказался малоэффективным даже для одного преподавателя. Наиболее точным является, конечно же, переборный алгоритм, или рекурсивный алгоритм с возвратом.

Количество строк нагрузки в семестре изменяется от 5 до 20, что делает точные алгоритмы непригодными. Из приближенных алгоритмов хорошо зарекомендовал себя жадный алгоритм.

Алгоритмы, предназначенные для решения задач оптимизации, обычно представляют собой последовательность шагов, на каждом из которых предоставляется некоторое множество выборов. Определение наилучшего выбора, руководствуясь принципами динамического программирования, во многих задачах оптимизации напоминает стрельбу из пушки по воробьям; другими словами, для этих задач лучше подходят более простые и эффективные алгоритмы. В жадном алгоритме (greedy algorithm) всегда делается выбор, который кажется самым лучшим в данный момент, т. е. производится локально оптимальный выбор в надежде, что он приведёт к оптимальному решению глобальной задачи.

Жадные алгоритмы не всегда приводят к оптимальному решению, но во многих задачах они дают нужный результат. Жадный метод обладает достаточной мощностью и хорошо подходит для довольно широкого спектра задач [4].

В общем случае нельзя сказать, можно ли получить оптимальное решение с помощью жадного алгоритма применительно к конкретной задаче. Но есть две особенности, характерные для задач, которые решаются с помощью жадных алгоритмов: принцип жадного выбора и свойство оптимальности для подзадач.

## Принцип применения жадного алгоритма

Говорят, что к задаче оптимизации применим принцип жадного выбора, если последовательность локально оптимальных выборов даёт глобально оптимальное решение. В этом состоит главное отличие жадных алгоритмов от динами-

ческого программирования: во втором просчитываются сразу последствия всех вариантов.

Чтобы доказать, что жадный алгоритм даёт оптимум, нужно попытаться провести доказательство, аналогичное доказательству алгоритма задачи о выборе заявок. Сначала мы показываем, что жадный выбор на первом шаге не закрывает путь к оптимальному решению: для любого решения есть другое, согласованное с жадным выбором, и не хуже первого. Потом мы показываем, что подзадача, возникшая после жадного выбора на первом шаге, аналогична исходной. По индукции будет следовать, что такая последовательность жадных выборов даёт оптимальное решение.

В комбинаторике существует раздел, связанный с жадными алгоритмами – теория матроидов. При помощи этой теории часто (хотя и не всегда) можно решить задачу о применимости жадных алгоритмов.

Хотя применительно к рассматриваемой задаче нельзя доказать, что последовательность жадных выборов даёт оптимальное решение, но практическое применение этого алгоритма показало его эффективность.

Итак, алгоритм выбора дополнительной нагрузки выполняется следующим образом: вначале рассматривается 1 семестр.

Определяются активные и неактивные виды нагрузки. Если есть аудиторная нагрузка, то одна строка выбирается в дополнительную нагрузку. Из оставшихся строк выбирается строка с максимальным весом, который можно добавить в суммарную дополнительную нагрузку. Точность вычислений задаётся в 0,5 кредита.

Когда нагрузка 1 семестра выбрана, то аналогично выбирается нагрузка 2 семестра, только целевая функция изменяется согласно формуле (3), и точность вычислений можно повысить до 0,1 кредита.

Использование жадного алгоритма для 20 преподавателей показало следующий результат (рисунок 5).

	1 сем			2 сем			год		погрешность	
	план	факт	абсол	план	факт	абсол	план	факт	абсолютн	относит
1	7,228	7,6902222	-0,462222	5,702	5,173	0,529	12,93	12,86322	0,0667778	0,52%
2	6,892	7,0194444	-0,127444	6,8233	6,55494	0,26839	13,71533	13,57439	0,1409444	1,03%
3	4,822	4,9176667	-0,095667	8,124	7,92078	0,20322	12,946	12,83844	0,1075556	0,83%
4	6,6766667	6,704	-0,027333	6,227	6,10944	0,11756	12,90367	12,81344	0,0902222	0,70%
5	6,0383333	6,1171111	-0,078778	6,965	6,71983	0,24517	13,00333	12,83694	0,1663889	1,28%
6	6,516	6,8973333	-0,381333	6,4	6,02733	0,37267	12,916	12,92467	-0,0086667	0,07%
7	5,926	7,984	-2,058	7,126	5,14733	1,97867	13,052	13,13133	-0,0793333	0,61%
8	6,5293333	6,6517778	-0,122444	6,5753	6,31378	0,26156	13,10467	12,96556	0,1391111	1,06%
9	8,532	8,736	-0,204	4,4	4,25267	0,14733	12,932	12,98867	-0,0566667	0,44%
10	8,3473333	8,4145556	-0,067222	4,765	4,51678	0,24822	13,11233	12,93133	0,181	1,38%
11	4,814	4,854	-0,04	8	8	0	12,814	12,854	-0,04	0,31%
12	6	6,3333333	-0,333333	7	6,54222	0,45778	13	12,87556	0,1244444	0,96%
13	7,1373333	7,3326667	-0,195333	5,88	5,48744	0,39256	13,01733	12,82011	0,1972222	1,52%
14	7	7,6666667	-0,666667	5,9267	5,18444	0,74222	12,92667	12,85111	0,0755556	0,58%
15	5,1173333	5,2511111	-0,133778	7,656	7,36311	0,29289	12,77333	12,61422	0,1591111	1,25%
16	8	8,3333333	-0,333333	5	4,65833	0,34167	13	12,99167	0,0083333	0,06%
17	3,028	3,3256	-0,2976	3,2	3,0924	0,1076	6,228	6,418	-0,19	3,05%
18	7,2833333	7,4144444	-0,131111	5,818	5,48706	0,33094	13,10133	12,9015	0,1998333	1,53%
19	8,44	8,5824444	-0,142444	4,838	4,56244	0,27556	13,278	13,14489	0,1331111	1,00%
20	2	2,8	-0,8	4	3,61	0,39	6	6,41	-0,41	6,83%

Рис. 5. Сводные данные о распределении нагрузки

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о применимости жадного алгоритма для задачи разделения нагрузки на основную и дополнительную. В среднем на 0,5 ставки приходится, согласно таблице, 13 кредитов

(последняя строка соответствует 0,25 ставки и 6-ти кредитам). Погрешность от применения алгоритма составляет не более 0,5 кредита, причём наибольшее значение 0,41 приходится на преподавателя с минимальными весами нагрузки в 1 кредит, в остальных же случаях абсолютная погрешность не превышает 0,2, что составляет не более 3 % относительной погрешности. Следует иметь в виду, что строка нагрузки не дробилась на несколько строк с целью улучшения точности. Для преподавателей, данные которых указаны в 11, 12, 14, 18 и 20 строках в столбцах «факт» одного или обоих семестров указаны целые числа. Это показывает, что нагрузка содержит только аудиторные часы с кредитами, кратными единице. В этом случае можно ожидать наилучшего результата. Для 3 преподавателей нагрузка содержит только аудиторные часы в обоих семестрах, это 12, 18 и 20 строки. Для них нагрузку можно разделить только с точностью до единицы. Но и для них полученный результат является очень хорошим.

Сравним показатели 1 и 2 семестров. В 1, 7, 12, 14 и 20 строках самые худшие показатели по 1 семестру. Если бы для второго семестра распределение производилось независимо от 1 семестра, то суммарные показатели за год только ухудшились бы. Но тот факт, что во втором семестре учитывается результат выбора дополнительной нагрузки в 1 семестре, позволяет значительно улучшить итоговый результат. Так, например, наихудшая абсолютная погрешность 1 семестра в 7 строке  $-2,058$  компенсируется тоже худшей, но положительной погрешностью, что приводит к годовой погрешности в  $-0,079$ . В 20 строке  $-0,8$  в 1 семестре компенсируется  $+0,39$  во 2 семестре, что приводит к не улучшаемому результату при ручном выполнении действий.

Сравним программное и ручное распределение на примере, представленном на рисунке 6. Как видно, ручное разделение более точное: при плане 10,73 получено 10,75. Программное же разделение получило 10,88 кредитов. Это погрешность жадного алгоритма. Но для исследуемой задачи такая погрешность допустима.

4,66	д			4,66	о		
3,40	о			3,40	о		
4,43	о			4,43	о		
3,43	о			3,43	д		
2,00	о			2,00	д		
13,26	о			12,49	о		
4,66	д	5,970667		5,43	д	5,970667	
17,92	д			17,92	д		
1,00	д			1,00	д		
1,00	о			1,00	о		
5,86	о			5,86	о		
1,62	д			1,62	д		
1,20	о			1,20	д		
1,50	д			1,50	д		
0,10	д			0,10	о		
2,00	д			2,00	о		
8,06	о			8,96	о		
6,22	д	4,759333		5,32	д	4,759333	
14,28	ставки	кредиты		14,28	ставки	кредиты	
21,32	о	1,00	21,46	21,45	о	1,00	21,46
10,88	д	0,50	10,73	10,75	д	0,50	10,73
32,20	д	1,50	32,19	32,20	д	1,50	32,19

Рис. 6. Программное (слева) и ручное (справа) разделение

На рисунке 7 слева представлены результаты расчёта по описанному в про-

грамме алгоритму. В 1 семестре из планируемых 7,69 кредитов выбрано 7,23 на дополнительную нагрузку. Во 2 семестре с учётом перетекания недополученных кредитов в 1 семестре распределено 5,7 кредита, что привело к 12,93 из 12,86 планируемых. Если же, как показано в правой таблице, во втором семестре производится независимое распределение, тогда из планируемых 5,173 кредита выбрано 5,1, и это привело к суммарному количеству 12,33 из 12,86 планируемых. Этот результат хуже, чем результат в левой таблице. Таким образом, учёт недораспределения кредитов 1 семестра при распределении 2 семестра приводит к более точным результатам.

1,70	д			1,70	д		
4,53	д			4,53	д		
4,08	о			4,08	о		
3,20	о			3,20	о		
3,71	о			3,71	о		
3,74	о			3,74	о		
0,55	о			0,55	о		
1,00	д			1,00	д		
0,57	о			0,57	о		
15,85	о			15,85	о		
7,23	д	7,690222		7,23	д	7,690222	
23,08				23,08			
3,30	д			3,30	д		
1,05	о			1,05	д		
2,40	д			2,40	о		
3,20	о			3,20	о		
3,82	о			3,82	о		
0,18	о			0,18	д		
1,00	о			1,00	о		
0,57	о			0,57	д		
9,82	о			10,42	о		
5,70	д		5,173	5,10	д		5,173
15,52		ставки	кредиты	15,52		ставки	кредиты
25,67	о	1,00	25,73	26,27	о	1,00	25,73
12,93	д	0,50	12,86	12,33	д	0,50	12,86
38,60		1,50	38,59	38,60		1,50	38,59

Рис. 7. Разделение зависимое (слева) и независимое (справа)

## Выводы

Разделение учебной нагрузки на основную и дополнительную позволяет выполнять дальнейшие действия, а именно формировать индивидуальные книги с нагрузкой для каждого преподавателя, а также отчёты по выполнению нагрузки.

Таким образом, применение макросов позволяет значительно упростить решение многих задач, связанных с распределением учебной нагрузки кафедры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Малибекова М., Горбунов А. Технология распределения учебной нагрузки кафедры // Высшая школа Казахстана. 2002. № 2. С. 24–28.
2. Смолянов А.Г. Управление кафедрой: автоматизированный расчёт учебной нагрузки // Международный журнал «Символ науки». 2015. № 10.
3. Каюгина С.М. Автоматизированная система расчёта и распределения учебной нагрузки преподавателей кафедры вуза на базе платформы «1С» // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 11.



4. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ / Под ред. И.В. Красикова. 2-е изд. М. : Вильямс, 2005.

**MODELING THE DISTRIBUTION PROCESS OF THE DEPARTMENT'S  
TEACHING LOAD USING A GREEDY ALGORITHM**

**A.A. Senkovskaya**<sup>1</sup>

Graduate Student, e-mail: anastassiya.senkovskaya@gmail.com

**I.I. Furayeva**<sup>2</sup>

Ph.D. (Phys.-Math.), Associate Professor, e-mail: furir@mail.ru

<sup>1</sup>Dostoevsky Omsk State University

<sup>2</sup>Eurasian National University n.a. L.N. Gumilyov

**Abstract.** The main reasons for the need to automate the process of distribution of the academic load of the department are presented. The mathematical formulation of the load distribution problem of the department is formulated. The main algorithms realizing the assigned task are considered, in particular greedy algorithms aimed at optimization of this automated process.

**Keywords:** optimization, modeling, teaching load, greedy algorithm.

*Дата поступления в редакцию: 27.10.2017*