

УДК 681.5

ЛОКАЛЬНО-ЭВОЛЮЦИОННЫЙ МЕТОД СОСТАВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО РАСПИСАНИЯ ВУЗА

канд. техн. наук, доц. Д.О. ГЛУХОВ, канд. техн. наук А.О. ГЛУХОВ,
О.Н. ТРАВКИН

(Полоцкий государственный университет)

Исследован метод решения задачи построения учебного расписания в масштабе вуза с применением локально-эволюционного подхода и проиллюстрированы значительные преимущества при использовании автоматизации данной работы. Предлагаемый метод является результатом синтеза эвристического и эволюционного подходов к решению задач такого класса и размерности, он гарантирует получение полного расписания, если это возможно при заданных ограничениях.

Введение. Локально-эволюционный подход основан на синтезе эвристического и эволюционного подходов. Из первого было взято на вооружение использование локальных эвристик (локальных правил поиска решения). Из второго - параллельное развитие множества поисковых процессов (популяции) и модели отбора. Предпринятые попытки использования локально-эволюционного подхода при решении различных задач дискретной оптимизации позволило убедиться в его высокой эффективности.

Цель данной работы — получение количественных оценок эффективности метода и изучение возможности его использования для решения задачи составления расписания (это яркий пример задачи дискретной оптимизации) [1 - 4, 6 - 8].

Рассматриваемая задача имеет выраженную прикладную направленность и сохраняет свою актуальность, в частности для вузов Беларуси. В подавляющем большинстве вузов республики эта задача решается традиционно, а между тем качество ее решения ощутимо влияет на эффективность работы вуза. Данная ситуация связана скорее всего с тем, что применение существующих программных продуктов составления расписания ограничено, они сориентированы на типовой вуз и не способны учесть все специфические детали реального процесса составления расписания.

К нерешенным задачам при составлении расписания можно отнести следующие:

- эффективная перестройка расписания при внесении изменений в исходные данные;
- учет специфических ограничений, диктуемых организацией процесса составления расписания в конкретных вузах;
- приемлемая скорость сходимости процесса оптимизации расписания масштаба вуза.

Эффективная перестройка расписания означает учет фактов внесения изменений в расписание, которые имеют место в реальной жизни даже в период его использования. Ручная корректировка неэффективна, поскольку не дает возможность оценить оптимальность полученного решения.

Специфические ограничения - это индивидуальные для каждого вуза особенности процесса составления расписания.

Приемлемая скорость сходимости должна гарантироваться методом составления расписания. Этого нельзя сказать, например, о генетическом подходе и о многих его модификациях. Кроме того, быстрое окончание процесса составления расписания в большинстве случаев вовсе не означает получение качественного решения.

Предварительная формализация. Для задач дискретной оптимизации характерно, что пространство поиска конечно $S = \{s_k\}$. При этом оно может быть чрезвычайно велико. Точку в пространстве поиска ассоциируют с определенными (и допустимыми) значениями всех независимых переменных задачи:

$$s_k = (x_1, x_2, \dots, x_{task_size}).$$

Ускорение поиска достигается за счет использования множества эвристик.

Определение 1. Формально эвристика f_i есть функциональное отображение $S \rightarrow S$. Эвристика позволяет двигаться в пространстве поиска решения S в направлении невозрастания оценочной функции

$$\varphi(s) \geq \varphi(f_i(s)), \quad (1)$$

где $\varphi(s) : S \rightarrow R$ (это достаточно распространенный случай).

Определение 2. Рекурсивной эвристикой называется эвристика, результат действия которой - это неподвижная точка (НТ):

$$f_i(s) = f_i^2(s). \quad (2)$$

Определение 3. Теперь рекурсивно-эвристическую вычислительную структуру формально мы можем определить как $\Psi = (S, \Phi)$, где $\Phi = \{f_i \mid f_i - \text{рекурсивная эвристика}\}$ – множество рекурсивных эвристик (система рекурсивных эвристик); S – пространство поиска. Мощность системы рекурсивных эвристик обозначим $n = |\Phi|$.

Для того чтобы лучше представить, как протекает процесс поиска под действием системы рекурсивных эвристик, проведем следующие рассуждения. Введем отношение эквивалентности α_i как $\alpha_i \subseteq S \times S \mid \forall (s_k, s_r) \in \alpha_i : f_i(s_k) = f_i(s_r)$. Оно рефлексивно, симметрично и транзитивно, что легко показать. И мы можем произвести факторизацию пространства S по отношению α_i . Фактормножество S/α_i содержит классы c_j элементов из S неразличимых по действию эвристики f_i .

Утверждение 1. Каждый класс эквивалентности $c_j \in S/\alpha_i$ содержит единственную неподвижную точку. \square Существование НТ следует из свойства 2 рекурсивной эвристики $\forall s_k \in c_j : f_i(s_k) = s_j = f_i^2(s_k) = f_i(s_j)$.

Предположим, что в классе c_j НТ не единственна, т.е. $\exists s_x \in c_j : f_i(s_x) \neq s_j$, но тогда $s_x \notin c_j$ – мы пришли к противоречию. \boxtimes

Множество неподвижных точек по f_i обозначим $S_i = \{s_j \mid \forall c_j \in S/\alpha_i, \forall s_k \in c_j : f_i(s_k) = s_j\}$, $|S_i| = |S/\alpha_i|$. Таким образом, с помощью эвристик удастся редуцировать пространство поиска до множества $S^* = \bigcup_i S_i$.

Утверждение 2. Редуцированное пространство поиска S^* содержит оптимум. \square Если учесть, что оптимум s^{opt} всегда принадлежит какому-либо одному классу из разбиения S/α_i , а f_i – всюду определенное отображение, то $f_i(s^{opt}) = s^{opt}$, в силу свойства 1. Следовательно, $s^{opt} \in S_i \subseteq S^*$. \boxtimes

Заметим, что, задавшись любой точкой исходного пространства поиска, уже после применения первой эвристики мы неизбежно оказываемся в редуцированном пространстве и далее уже не выходим за его пределы. Поэтому сжатие пространства поиска нужно рассматривать как следствие самого подхода к поиску решения, а не в виде искусственного приема.

Несложно доказать терминированность рекурсивно-эвристического вычисления. К сожалению, невозможно в общем виде доказать сходимость рекурсивно-эвристического вычисления, так как условием останова в нашем случае будет

$$\forall f(s) : f(s) = s, \quad (3)$$

а эта ситуация зависит от используемой системы эвристик и может быть не связана с достижением оптимума.

В качестве основного фактора, влияющего на эффективность эвристического поиска, обычно называют целенаправленное (и эффективное) действие эвристик. Мы бы хотели получить некоторые количественные оценки, которые позволили бы нам сравнивать различные системы между собой.

Первое, на что хочется обратить внимание – это эффект сжатия пространства поиска при использовании рекурсивных эвристик. Мощность пространства поиска в этом случае равна $|S^*|$.

Определение 4. Факт сокращения пространства поиска выразим через коэффициент редукции $r = |S^*|/|S|$. Этот коэффициент характеризует систему эвристик в целом и связан с эффективностью.

Определение 5. Факт сжатия пространства поиска за счет действия отдельных эвристик выразим через коэффициент $r_i = |S_i|/|S|$, который будем называть мощностью эвристики. Рассчитывается как средняя мощность классов разбиения из S/α_i .

Другим фактором, связанным с эффективностью, является наличие у эвристик общих неподвижных точек (ОНТ). Факт наличия ОНТ свидетельствует о потере эффективности поиска в этих точках, вплоть до ситуации останова (см. формулу (3)). Другими словами, такие точки способствуют как бы «пробуксовке» вычисления.

Определение 6. Коэффициент учета потерь эффективности поиска в ОНТ определим как

$$p = \frac{\sum |S_i|}{|S^*|} = \frac{\sum |S_i|}{|S^*|} \cdot \frac{|S|}{|S|} = r \cdot \sum \frac{1}{r_i}$$

Он равен среднему количеству «неработающих» эвристик в любой момент времени вычислений.

Введем оценку временных затрат $t = p \cdot \frac{|S|}{r}$, т.е. мы предполагаем, что время вычислений тем больше, чем больше размер редуцированного пространства и чем больше потери из-за неэффективных вычислений в ОНТ. Данная оценка характеризует временные затраты, выраженные в условных единицах. Однако она не учитывает как временной сложности самих эвристик, так и характера их действия.

Учитывая характер действия эвристик, можно, как правило, предложить стратегию управления эвристиками во время вычислений. Целью такой стратегии является минимизация числа попаданий в ОНТ. Тогда снижаются потери времени из-за неэффективных вычислений (рассмотренных выше).

Формализация задачи построения учебного расписания. Исходными данными для составления учебного расписания являются:

$A = \{a_i\}$ – аудиторный фонд (множество аудиторий – для Полоцкого университета рассматривается 220 аудиторий);

$T = \langle t_i \rangle$ – плановый фонд времени – упорядоченное множество квантов планового времени (как правило, квант планового времени – это два академических часа или «пара»), в нашем случае плановый фонд времени рассматривается 4-х недельный (1-я, 2-я, 3-я и 4-я недели, из которых 1-я и 3-я являются «белыми», 2-я и 4-я – «зелеными»), включающий 144 «пары» (при шестидневной неделе 6 «пар» в день);

$W = \{w_i\}$ – множество преподавателей (профессорско-преподавательский состав) 533 преподавателя;

$P = \{p_i\}$ – множество плановых занятий (в соответствии с учебными планами). Каждое занятие соответствует 1-й записи в сетке и для весеннего семестра общее их количество составляет 2165;

$G = \{g_i\}$ – множество групп учащихся;

$U = \{ \langle p_i, g_i \rangle \} \subset P \times G$ – множество учебных планов для групп учащихся (закрепляет за каждой группой учащихся определенный объем плановых занятий).

Таким образом, задача составления учебного расписания формулируется в пространстве поиска $S: A \times T \times W \times P$, имеющем размерность 36 556 977 600 комбинаций. С учетом того, что построение произвольного расписания требует выбора соответствия 4-х компонентов для каждой записи сетки, т.е. построения 2165 четверок, и на выбор каждого значения требуется не менее 40 тактов центрального процессора, получаем 346 400 тактов на каждый вариант расписания. С учетом производительности современных процессоров, способных выполнять 10 миллионов операций в секунду, время составления такого расписания методом полного перебора составило бы 40 лет.

Следует подчеркнуть, что сокращение пространства поиска и, соответственно, времени поиска на несколько порядков также не решает проблему построения эффективного метода составления учебного расписания.

Задачу, однако, облегчает тот факт, что накоплен богатый опыт построения расписания «вручную». Поэтому эвристический метод поиска решения, основанный на использовании эвристик, или, иными словами, экспертных знаний, является по существу единственным интересным решением такой задачи.

Продолжим формальное описание постановки задачи.

Поскольку недопустимым планом расписания является план, содержащий хотя бы один конфликт по преподавателю или группе, или аудитории, то можно сформулировать строгие ограничения.

Для всех $s_1 = \langle a_1, t_1, w_1, p_1 \rangle \in S$ и $s_2 = \langle a_2, t_2, w_2, p_2 \rangle \in S$, для которых $t_1 = t_2$ справедливо

1. $a_1 \neq a_2$.
2. $w_1 \neq w_2$.
3. $U / \{p_1\} \cap U / \{p_2\} = \emptyset$.

Необходимо подчеркнуть, что ограничение 3 включает и правило планирования поточных занятий, утверждая не пересечение множеств групп потоков.

4. Для занятий, длительность проведения которых больше одного кванта планового времени, нужно ввести дополнительное ограничение последовательного по времени захвата квантов времени.

5. В расписании должны быть представлены все плановые занятия из P – это требование полноты расписания.

6. Обычно перед составлением расписания закрепляют сочетание (w, p) в виде нагрузки преподавателя (см. исходные данные). Поэтому сочетание (w, p) в расписании должно также присутствовать и в нагрузке N .

Перечисленные ограничения являются основными, но кроме них обычно учитывается еще целый ряд дополнительных ограничений. Так, для учащихся или преподавателей вводят своеобразный календарь учебного или рабочего времени, где определяют обязательное, нежелательное и запрещенное для

учебы/работы время. Аудитории характеризуются набором свойств, которые должны также учитываться при планировании занятий (вместимость, тип аудитории, корпус, расписание аудитории и т.п.). Дисциплина характеризуется видом планирования (как можно раньше, как можно позже, не имеет значения).

В задаче составления оптимального расписания нужно найти расписание с минимальной ценой. Предлагаем использовать в качестве оценочной функции следующую эвристическую функцию предпочтения:

$$Q(S) = (a_1 \cdot G_1 + a_2 \cdot G_2 + a_3 \cdot G_3 + a_4 \cdot G_4 + a_5 \cdot G_5) + (a_6 \cdot A_1 + a_7 \cdot A_2) + (a_8 \cdot W_1 + a_9 \cdot W_2 + a_{10} \cdot W_3) + a_{11} \cdot P_1,$$

где G_1 – количество межкорпусных переходов в течение дня у групп (подгрупп) учащихся; G_2 – количество «форточек» в расписании групп (подгрупп); G_3 – степень разнообразия занятий в течении дня у групп (подгрупп) учащихся; G_4 – степень отклонения от вида планирования занятий (как можно раньше, ...); G_5 – выход за пределы рекомендуемого календаря учебного времени; A_1 – количество «форточек» в расписании аудиторий; A_2 – степень загрузки аудиторий во время занятий; W_1 – количество межкорпусных переходов в течение дня у преподавателей; W_2 – выход за пределы рекомендуемого календаря рабочего времени преподавателя; W_3 – количество форточек в течение дня у преподавателей; P_1 – степень покрытия неполным расписанием учебных планов; $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ – масштабирующие коэффициенты.

Выбор масштабирующих коэффициентов также может быть различным. Нами применен метод экспертной оценки степени влияния тех или иных факторов на общее представление о корректности расписания. Максимальные штрафы применены для недопустимых нарушений нашего представления о хорошем расписании.

Выбор масштабирующих коэффициентов отражает принятую оценку понятия «хорошее» расписание. Но поскольку это представление субъективно, то возникает проблема противоречивости. Эту проблему можно описать следующим примером: минимизация межкорпусных переходов групп приводит, соответственно, к увеличению межкорпусных переходов преподавателей. Всегда ищется компромисс между противоречащими факторами.

Система правил едина, поэтому невозможно автоматически сделать идеальное расписание одному преподавателю, проигнорировав интересы других «молчаливых», и расписание, рассматриваемое как «хорошее» одним преподавателем, будет не соответствовать представлениям о «хорошем» расписании другого преподавателя или студента, в этом и кроется основная проблема внедрения подобных систем.

Рекурсивные эвристики составления расписания. Разработаны две рекурсивные эвристики для рассматриваемой задачи: HSG - планирования занятий и HSX - перенос занятий в расписании. Первая эвристика предназначена для выращивания расписания и способна работать с неполным расписанием; вторая - для оптимизации полного расписания.

HSG: Действие данной эвристики состоит из двух шагов. Во-первых, выбирается занятие, которого еще нет в расписании. Во-вторых, выбирается время и аудитория для проведения данного занятия. Очевидно, что при этом не должны быть нарушены вышеперечисленные ограничения.

Можно предложить, пожалуй, несколько различных способов осуществления выбора как на первом шаге, так и на втором. Численные эксперименты показали, что лучшим вариантом выбора на первом этапе является выбор занятия с меньшим числом возможных положений для вставки в расписание. В процессе выращивания расписания этот порядок меняется, но на каждом шаге выбирается нерасставленное занятие с меньшей степенью свободы.

Важно отметить, что, применяя эвристику 1, целевая функция рассчитывается для текущего варианта расписания в целом, однако является оценкой для выбора локального единичного изменения.

При реализации вставки работают эвристики, поощряющее «хорошее» расписание и штрафующие за «плохое»; выигрывает вариант, обеспечивающие максимум оценочной функции.

HSX: перенос занятия p_{a4} в плане $s_a = (a_{a1}, t_{a2}, w_{a3}, p_{a4})$ в другую аудиторию и в другое время, т.е. изменение значения сочетания (a_{a1}, t_{a2}) на (a_{b1}, t_{b2}) . Если при этом существует $s_b = (a_{b1}, t_{b2}, w_{b3}, p_{b4})$, то данная процедура повторяется для p_{b4} . С целью устранения заикливания глубина рекурсии должна быть искусственно ограничена. Действие эвристики HSX будет успешным, если новое расписание имеет меньшую цену по сравнению с исходным и если не нарушены вышеперечисленные ограничения.

Архитектура программы поддержки составления учебного расписания вуза. Архитектура программы составления учебного расписания уникальна, т.е. она развивалась по-своему, а не явилась результатом использования какого-либо известного фреймвока (рис. 1, 2). Главной особенностью архитектуры здесь является, пожалуй, то, что единственный тип используемых компонентов – JSP. То есть приложение есть множество JSP.

Факультеты Специальности Группы Кафедры Преподаватели Аудитории Календари **Сетки** Расписание В ЭМ Служебная

РГБ

ВС-01 (1.18.03.09)

Сетки распределения нагрузки (Весна 2003-2004)

Название предмета	Тип занятий	Подтип	Часов в нед. (1 сем.) - всего x Нпр.	Вид планирования	Группы	Подгр.	Кол. учащ.	Преподаватель	Аудитории	% (эф) спис.
Безопасность информации в сетях	лекция	-	2 (2) - 20 x 1	ПОТОК на последов.	[01-ВС] [01-ИТ] [01-РК] [01-РТ]	основное	83	Щербинский И.Н.	ж	0 (0)
Великая Отечественная война	ПРАКТ.	-	1 (2) - 8 x 1	ПО ГРУППАМ на лист занятия	[01-ВС]	основное	19	Докумид Д.С.	н., ук.	0 (0)
Вычислительные комплексы, системы и сети	лекция	-	2 (2) - 32 x 1	ПОТОК на последов.	[01-ВС]	основное	19	Щербинский И.Н.	ж	0 (0)
Вычислительные комплексы, системы и сети	ЛАБ. РАБ.	-	2 (4) - 32 x 2	ПО ПОДГРУППАМ на лист занятия	[01-ВС]	основное	9	Щербинский И.Н.	203 + ук.	0 (0)
Глобальные вычислительные сети	лекция	-	2 (2) - 32 x 1	ПОТОК на последов.	[01-ВС]	основное	19	Зиминцов Ю.П.	ж	0 (0)
Глобальные вычислительные сети	ЛАБ. РАБ.	-	1 (4) - 16 x 2	ПО ПОДГРУППАМ на лист занятия	[01-ВС]	основное	9	Зиминцов Ю.П.	(204, 206, 207) + ж.	0 (0)
Делопроизводство	лекция	-	1 (2) - 16 x 1	ПОТОК на последов.	[01-ВС] [01-ИТ] [01-РК] [01-РТ]	основное	83	Самойлова С.А.	с, ж	0 (0)
Делопроизводство	ПРАКТ.	-	1 (2) - 16 x 1	ПО ГРУППАМ на лист занятия	[01-ВС]	основное	19	Самойлова С.А.	с, ж	0 (0)
Защита населения и хоз. объектов	лекция	-	1 (2) - 16 x 1	ПОТОК на последов.	[01-ВС] [01-РТ]	основное	43	Калван Э.Л.	с.	0 (0)
Защита населения и хоз. объектов	ПРАКТ.	-	1 (2) - 16 x 2	ПО ГРУППАМ на лист занятия	[01-ВС] [01-РТ]	основное	24	Седюнов О.Н.	с.	0 (0)
Интерфейсы ПЭВМ	лекция	-	1 (2) - 16 x 1	ПОТОК на последов.	[01-ВС]	основное	19	Войтехнович О.А.	ж, с.	0 (0)

Имя, Фамилия, Имя Отчество, Учитель

ЗАМЕНИТЬ АУДИТОРИИ ВО ВСЕХ СЕТКАХ

УЧИТЕЛИ ИЛИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

В РАСПИСАНИИ > ВЫВЕСТИТЬ УЧИТЕЛЕЙ ИЗ РАСПИСАНИЯ ИЛИ В РАСПИСАНИИ

Рис. 1. Главное окно программы поддержки составления учебного расписания. Сетки.

Как оказалось, этот подход имеет свои преимущества. В частности, возможность менять код во время исполнения и не заботиться о сборке и компиляции исходных кодов. Кроме этого, Web интерфейс позволил обеспечить одновременную работу нескольким операторам и пользователям системы одновременно.

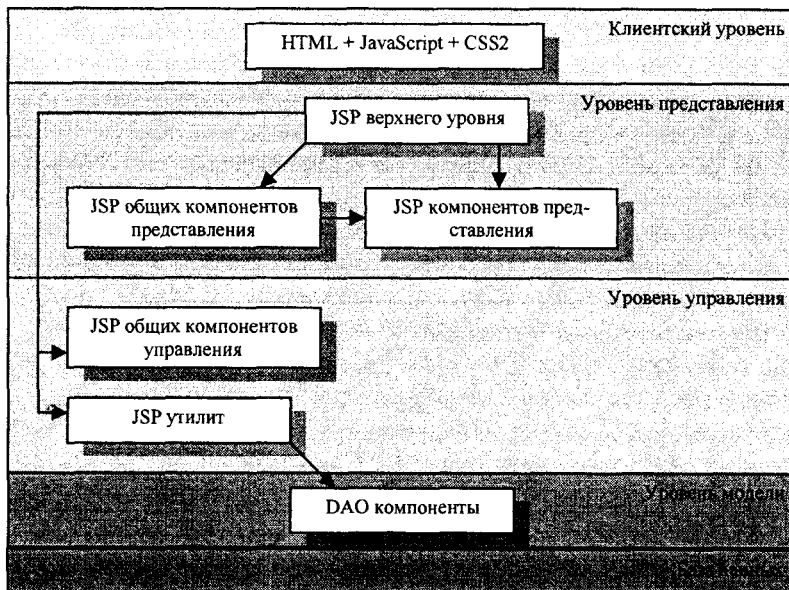


Рис. 2. Послойное представление архитектуры

Схема базы данных программы поддержки составления учебного расписания вуза. Ядро системы работает с реляционной базой данных. Для обеспечения оптимальной производительности программы спроектирована и реализована схема базы данных (рис. 3), соответствующая третьей нормальной форме, и имеющая дополнительную декомпозицию для обеспечения универсальности некоторых связей.

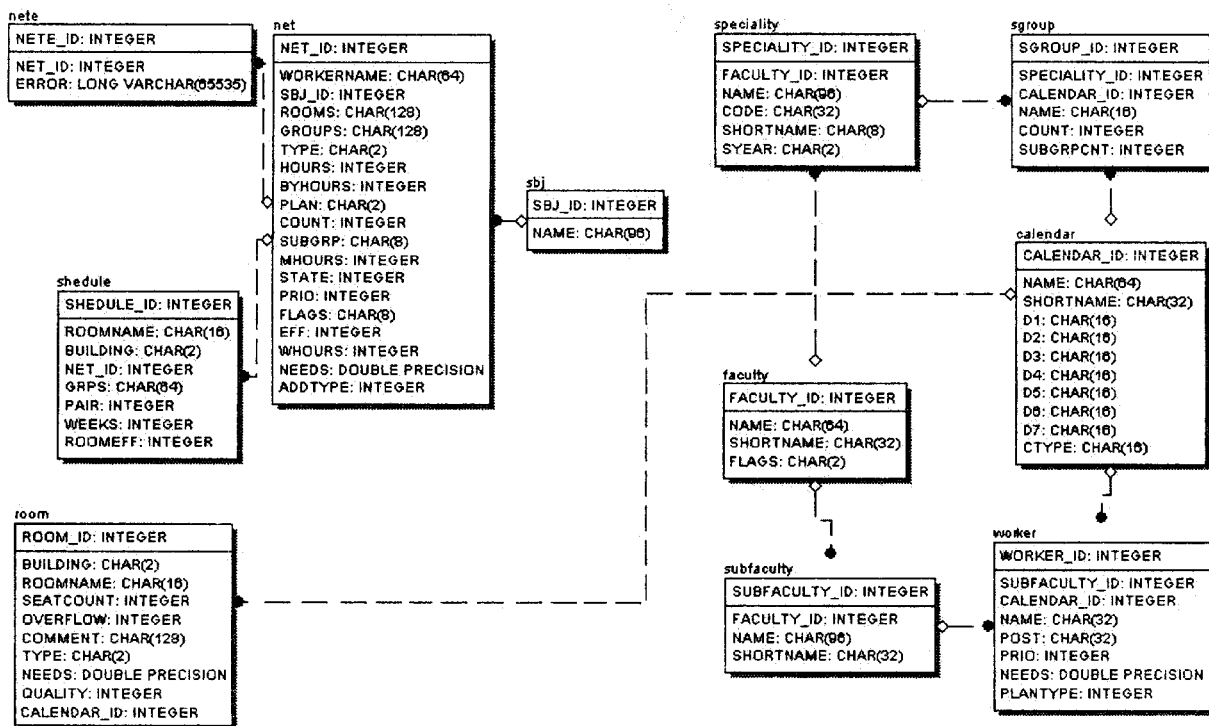


Рис. 3. Схема базы данных программы поддержки составления учебного расписания

Косвенные результаты внедрения программы поддержки составления учебного расписания. Анализ исходных данных. Благодаря возможности формирования из единого электронного представления входных документов - сеток единой базы исходных данных, стало возможным провести анализ исходных данных и ответить на целый ряд вопросов, ответы на которые до сих пор давались на основе интуитивного представления.

Надо отметить, что расписание учебных занятий это не только схема удобного перемещения по аудиториям, это прежде всего рациональный план использования аудиторного фонда, а также исходные данные для принятия решений в направлении снижения учебной нагрузки, в области кадровой политики относительно профессорско-преподавательского состава, в области финансирования обновления материальной базы.

Как будет показано далее, статистический анализ исходных данных меняет представление о действительности и позволяет скорректировать принимаемые управленческие решения.

Проанализируем исходные данные по следующим направлениям:

- 1) достаточность и состав аудиторного фонда;
- 2) достаточность и распределение по факультетам компьютерных классов;
- 3) качество компьютерных классов;
- 4) отношение к расписанию профессорско-преподавательского состава;
- 5) работа факультетов в направлении снижения учебной нагрузки.

Цель анализа - определить состояние наиболее значимых для построения учебного расписания факторов; выработать конкретные предложения по улучшению ситуации и уменьшению числа ограничений, значительно усложняющих построение расписания.

Достаточность и состав аудиторного фонда. Достаточность и состав аудиторного фонда наглядно иллюстрирует следующая статистика (рис. 4):

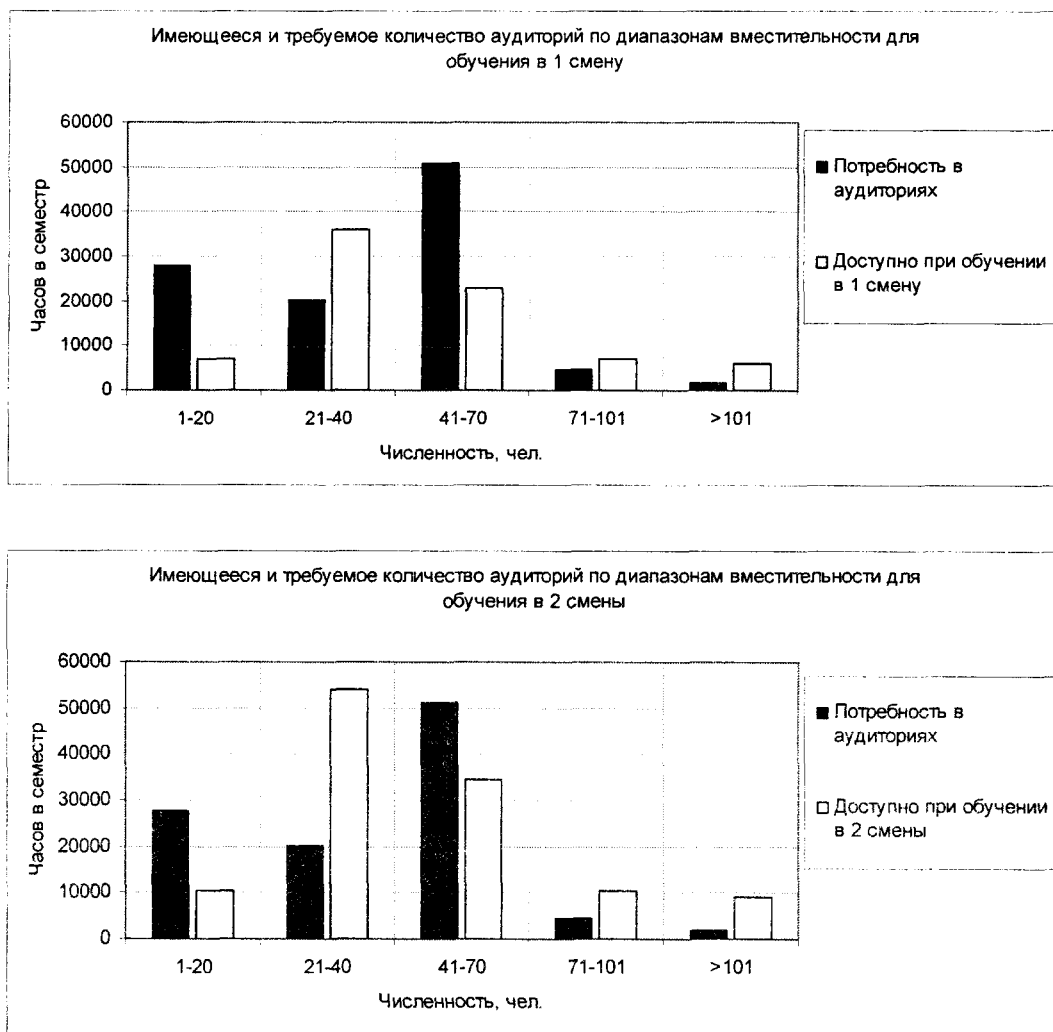


Рис. 4. Распределение занятий и аудиторий по численности и вместимости (в аудиторных часах в семестр)

Вывод: из данной статистики видно, что налицо почти 3-х кратная нехватка небольших, до 20-ти мест, аудиторий и полуторная нехватка аудиторий на 2 группы, в среднем на 60 мест, и, наоборот, налицо 2-х кратный избыток аудиторий на 1 группу и более чем 2-х кратный избыток потоковых аудиторий вместимостью 3 и более групп.

Такая диспропорция приводит к перераспределению помещений и переносу занятий с небольшой численностью в аудитории большей вместимости.

Соответственно, при обучении в 2 смены имеем 32,2 % занятий, которые проводятся в аудиториях в 2 и более раза превышающих потребность. Для обучения в 1 смену имеем перерасход площадей, составляющих 46,4 %.

Достаточность и распределение по факультетам компьютерных классов. Стратегия университета относительно распределения компьютерных классов заключается в передаче ответственности за оборудование в компьютерных классах, укомплектованность специализированным программным обеспечением факультетам. При таком подходе группы каждого факультета должны заниматься в компьютерных классах своего факультета. На сегодняшний день Полоцкий государственный университет располагает 18 компьютерными классами, учитываемыми в расписании занятий. При этом потребности факультетов выглядят следующим образом (округлено вверх, рис. 5).

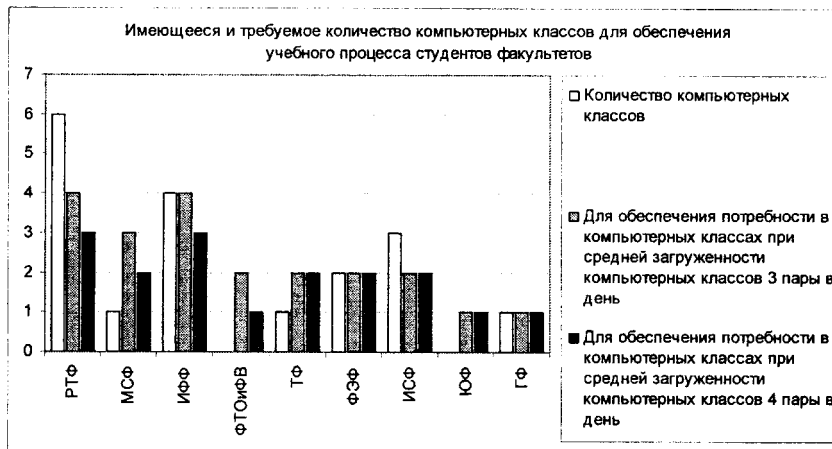


Рис. 5. Имеющиеся и требуемое количество компьютерных классов по факультетам

Для обеспечения учебного процесса при средней загрузке компьютерных классов 3 «пары» в день и 5-ти дневной рабочей неделе мы имеем даже избыток компьютерных классов. Предлагаемое перераспределение выглядит следующим образом (рис. 6).

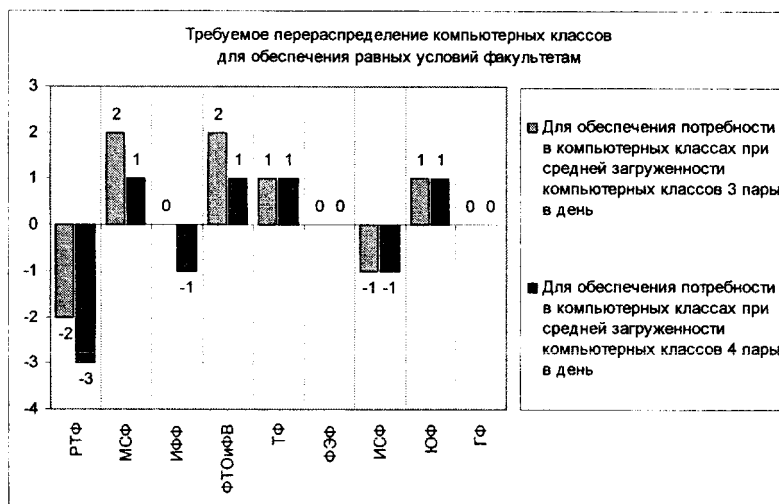


Рис. 6. Необходимое перераспределение компьютерных классов

Вывод: при выполнении предлагаемого перераспределения компьютерных классов все факультеты получают равные условия по оснащённости компьютерной техникой учебного процесса. На сегодняшний день эта проблема не решена и занятия отдельных факультетов практически проводятся в компьютерных классах радиотехнического факультета.

Качество компьютерных классов. Анализ закрепления компьютерных классов в расписании за факультетами дал общее представление о необходимом количестве денежных средств, необходимых для вывода всех имеющихся компьютерных классов на современный уровень. Замена всех морально устаревших компьютеров, задействованных в учебном процессе, обойдется университету в 93 млн. рублей. При этом будет высвобожден фонд в количестве 62 устаревших компьютеров.

Отметим, что работы по замене вычислительной техники и обновлению компьютерных классов в университете начали проводиться в 2005 году, достижением которого является насыщение вычислительной техникой учебного процесса, что делает создание новых компьютерных классов нецелесообразным.

Вывод: пришло время работать над качеством, а не над количеством имеющейся компьютерной базы.

Отношение к расписанию профессорско-преподавательского состава. Важнейшим фактором, определяющим сложность решения задачи составления учебного расписания, помимо имеющегося ауди-

торного фонда и имеющейся материальной базы, являются те ограничения, которые формулируют преподаватели вуза. Данные ограничения связаны с социальными и иными причинами (в частности, наличие детей дошкольного возраста, иногороднее проживание, внешнее совместительство), ставят преподавателей вуза в неравные условия и существенно осложняют расписание. Именно эти ограничения оказываются наиболее противоречащими общим правилам «хорошего» расписания, поскольку требуют выхода за границы календаря групп и аудиторий, требуют разгрузки суббота, притом, что даже при двухсменном обучении и 6-ти дневной неделе ощущается дефицит аудиторий.

Проследить объем данного фактора можно по следующей статистике (рис. 7, 8).

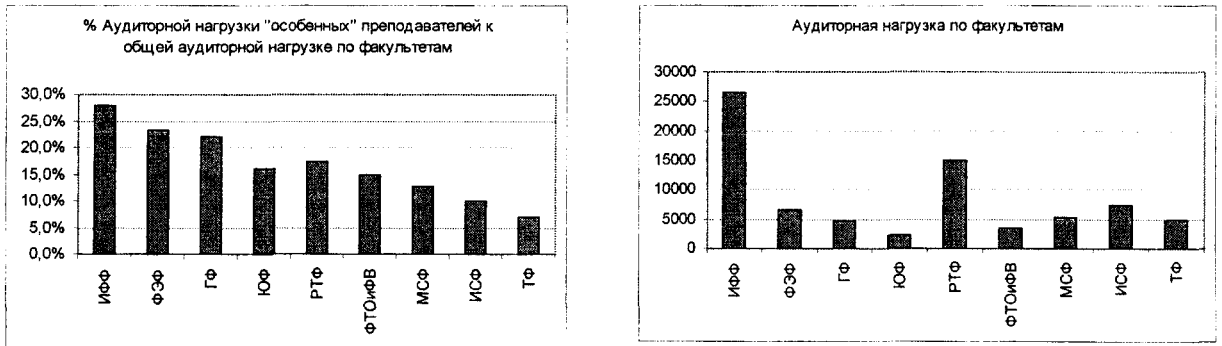


Рис. 7. Аудиторная нагрузка «обычных» и «особенных» преподавателей по факультетам

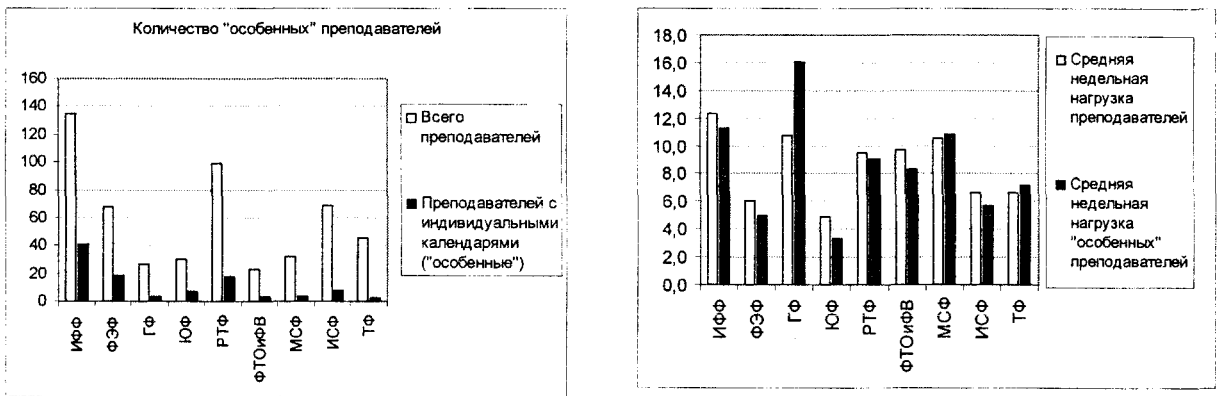


Рис. 8. Доля «особенных» преподавателей от общего числа преподавателей и сопоставление средней аудиторной нагрузки по факультетам

Вывод: поскольку средняя аудиторная нагрузка «особенных» преподавателей практически не отличается от средней аудиторной нагрузки «обычных» преподавателей, то причина их особенности, следовательно, не в большом объеме нагрузки. Скорее, наблюдается обратная тенденция - наиболее нагруженные преподаватели менее притязательны. Факультеты с высоким уровнем преподавательских претензий к расписанию:

- историко-филологический;
- радиотехнический;
- финансово-экономический.

Этим факультетам следует обратить внимание на проводимую кадровую политику. На финансово-экономическом факультете наименьшая средняя аудиторная нагрузка, что говорит о значительном количестве внешних совместителей.

Необходимо формировать более строгое отношение к расписанию занятий как к документу, исполнение которого обязательно, изменение его должно иметь серьезную мотивировку. Необходимо проводить кадровую политику таким образом, чтобы не иметь потребность во внешних совместителях.

Только при таких подходах этот фактор можно будет разгрузить и, как результат, получить более качественное, более рациональное расписание.

Работа факультетов в направлении снижения аудиторной нагрузки. Актуальной проблемой нашего университета является проблема снижения аудиторной нагрузки на преподавателя. Решение этой задачи зависит от наших общих усилий.

Основные мероприятия, направленные на решение данной проблемы:

1. Увеличение доли потоковых лекций. Данная задача связана с задачей унификации учебных планов по смежным специальностям, перемещение сходных предметов в один семестр, переход к интегрированным курсам.
2. Переход от занятий с дроблением на подгруппы к занятиям по группам, обоснованная замена лабораторных работ практическими.
3. Снижение доли 4-х и 6-ти часовых занятий. Данная задача не влияет на среднюю аудиторную нагрузку, но значительно упрощает составление учебного расписания и обеспечивает формирование более удобного плана аудиторной нагрузки.
4. Внедрение учебно-методических комплексов и увеличение доли управляемой самостоятельной работы студентов.

Поскольку решение данной задачи выполняется в различной степени по различным кафедрам, различных факультетов и каждая кафедра придерживается своей позиции относительно данного процесса, то целесообразно анализировать подходы кафедр факультетов по составу аудиторной нагрузки, отводимой преподавателям данных кафедр (рис. 9).

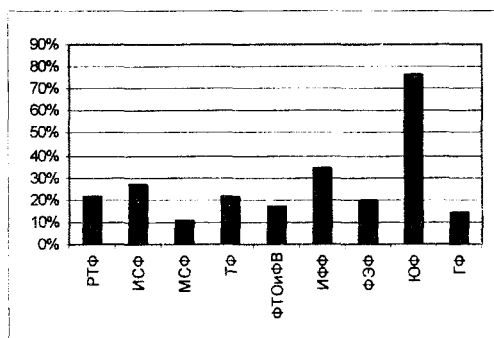


Рис. 9. Процент потоковых занятий к общей аудиторной нагрузке на факультетах

Вывод: наилучшая ситуация по решению первой задачи просматривается на юридическом, историко-филологическом и инженерно-строительном факультетах. Остальным факультетам следует обратить внимание на отставание по данному направлению.

Говоря о второй задаче, нужно учитывать специфику разных специальностей. Так, потребность именно в лабораторных работах высока у технических специальностей. Будет полезно проанализировать и сопоставить подходы на различных технических специальностях и факультетах (рис. 10).

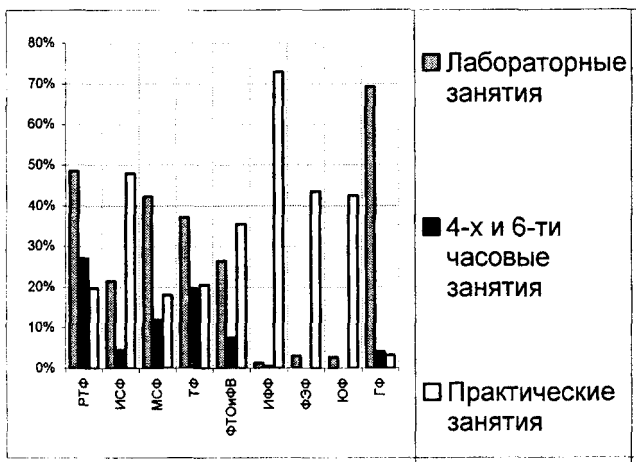


Рис. 10. Процент лабораторных, практических и 4-х часовых занятий к общему числу аудиторной нагрузки преподавателей факультетов

Вывод: наблюдается приблизительно равная доля лабораторных и практических занятий у преподавателей технических специальностей. Причем очевидно, что у тех специальностей, где больше доля лабораторных, меньше доля практических занятий. Однако вторую задачу правильнее рассматривать в контексте третьей. По третьей задаче также достаточно сложно делать конкретные выводы, так как налицо серьезная диспропорция, отражающая отличия во мнениях относительно необходимой длительности лабораторных работ. Возможно, на некоторых факультетах стоит пересмотреть свою позицию относительно необходимости 4-х часовых лабораторных работ и снизить их долю в общем объеме аудиторной нагрузки, а также пересмотреть необходимость такого объема лабораторной аудиторной нагрузки, без снижения качества обучения.

Внедрение учебно-методических комплексов и увеличение доли управляемой самостоятельной работы студентов крайне важно для вуза, так как позволяет снизить аудиторную нагрузку на 30 %. Выполнение данного условия позволит решать задачу построения учебного расписания с запасом.

Заключение

Анализ исходных данных не ограничивается приведенной статистикой, но результаты, проиллюстрированные в статье, наиболее ярко показывают факторы, препятствующие получению «хорошего» расписания. Помимо данных вопросов, анализировались вопросы обеспеченности мультимедийными аудиториями, проблемы, возникающие при составлении расписания занятий физкультурой, проблемы межкорпусных переходов и загруженности различных корпусов университета и др.

В силу отсутствия данных по действующему расписанию не удалось провести сопоставление качества расписаний, и при попытке внести действующее расписание в программу оказалось невозможным выполнить последнее в силу отслеживаемых ограничений (например, поток с большей численностью занимается в недостаточной по вместимости аудитории).

Выражаем благодарность ректору Полоцкого государственного университета Д.Н. Лазовскому, проректору по учебной работе В.В. Булаху, начальнику учебно-методического отдела Ф.Ф. Яско и сотрудникам учебного отдела за оказанную помощь в проводимых исследованиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hlukhau A.O., Trofimov V.V. The Optimal Schedule for the Technological Process of Semiconductor Production // International Conference on Operations Research, University of Klagenfurt, Austria, 2002.
2. Глухов А.О. Способ повышения эффективности эвристического метода оптимизации в условиях объектно-ориентированных систем // SCM'99: Сб. докл. - СПб.: СПбЭТУ, 1999. - С. 228 - 232.
3. Глухов А.О., Трофимов В.В., Глухов Д.О. Локальный генетический алгоритм планирования процесса многопрофильного производства // Экономическая кибернетика: системный анализ в экономике и управлении: Сб. науч. тр. Вып. № 5 - СПб.: СПбГУЭФ, 2002. - С. 50 - 56.
4. Глухов А.О., Трофимов В.В. Использование рекурсивных эвристик при решении задач дискретной оптимизации большой размерности // Современные проблемы менеджмента: Межвуз. сб. Вып. 6. - СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2003. - С. 99 - 105.
5. Математические основы цифровой техники / В.М. Муттер, В.В. Трофимов, И.В. Иванова, М.Ю. Калинушкин. - СПб.: Литера плюс, 1999. - 351 с.
6. Норенков И.П., Косачевский О.Т. Использование метода комбинирования эвристик для решения транспортной задачи с временными окнами // Сб. докл. междунар. конф. по мягким вычислениям и измерениям. - СПб., 1998. Т. 1.
7. Эвристические методы календарного планирования / Т.П. Подчасова, В.М. Португал, В.А. Татаров, В.В. Шкурба. - Киев: Техника, 1980. - 140 с.
8. Рейнгольд Э., Нивергельт Ю., Део Н. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика. - М.: Мир, 1980. - 465 с.