

УДК 519.85

## РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ ДЕТСКОГО ЦЕНТРА

<sup>1</sup>Пацук Е.Б., <sup>1</sup>Казаковцев Л.А., <sup>1</sup>Насыров И.Р., <sup>1</sup>Пацук О.В.,  
<sup>1</sup>Гудыма М.Н., <sup>2</sup>Казаковцев В.Л.

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск, e-mail: levk@bk.ru;

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных  
технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, e-mail: 242462@niuiifmo.ru

Детский центр, совмещающий занятия, проводимые на регулярной основе, с множеством разовых мероприятий различных типов, при составлении расписания занятий и мероприятий сталкивается с тем, что распространенные формальные модели и соответствующие программные продукты, разработанные на их основе, не учитывают в полной мере специфику данного типа учреждений. Разработана система поддержки принятия решения составления расписания занятий с возможностью ежедневной корректировки расписания по мере поступления информации о формировании групп учеников и проведении разовых мероприятий на платформе 1С:Предприятие 8.3. Проанализированы существующие программные решения. Описаны особенности решаемой задачи, особенности ее реализации в виде отдельной конфигурации 1С на основе предложенной авторами ранее формальной модели задачи составления расписания детского образовательного центра в виде задачи оптимизации с оригинальной целевой функцией и списка ограничений из четырех различных групп. Результатом данной работы является разработанная сосредоточенная система поддержки принятия решений о составлении расписания занятий. Практическим результатом работы системы является оптимизированный план занятости помещений и занятости преподавателей. Система позволяет составлять оптимальное расписание и его варианты для преподавателей, клиентов, по занятости залов.

**Ключевые слова:** алгоритм составления расписания, задача составления расписания, реализация в 1С, система поддержки принятия решения

## REALIZATION OF THE ALGORITHM SCHEDULING OF THE CHILDREN'S CENTER

<sup>1</sup>Patsuk E.B., <sup>1</sup>Kazakovtsev L.A., <sup>1</sup>Nasyrov I.R., <sup>1</sup>Patsuk O.V.,  
<sup>1</sup>Gudyma M.N., <sup>2</sup>Kazakovtsev V.L.

<sup>1</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, e-mail: levk@bk.ru;

<sup>2</sup>Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics,  
Saint-Petersburg, e-mail: 242462@niuiifmo.ru

In drawing up a schedule of classes and activities, a children's center, combining classes that are held on a regular basis with a variety of one-off activities of various types, is faced with the fact that common formal models and the corresponding software products developed on their basis do not fully take into account the specifics of this type of institution. Authors developed a decision support system for scheduling based on the 1С: Enterprise 8.3 platform, which is capable to adjust the schedule on a daily basis as information becomes available on the formation of groups of pupils and holding one-time events. Existing software solutions are analyzed. The features of the problem being solved, the features of its implementation in the form of a separate configuration of 1С, are described on the basis of the formal model proposed by the authors of the earlier problem of compiling a schedule for a children's center in the form of an optimization problem with an original objective function and a list of constraints from four different groups. The result of this work is the developed decision support system. The practical result of running such a system is an optimized plan of employment of premises and employment of teachers. The system allows composing an optimal schedule and its versions for teachers, clients, administrators of rooms.

**Keywords:** algorithm of scheduling, scheduling problem, development result in 1С, decision support system

Использование информационных систем в образовательных заведениях в настоящее время не является редкостью, но в работе многих типов образовательных учреждений есть свои нюансы, которые в одном программном средстве учесть крайне сложно. В связи с этим, даже при существовании разнообразных аналогов, проектирование новой информационной системы, которая способствовала бы составлению расписания занятий для конкретного предприятия, является темой актуальной.

В университетах используют коэффициент трудности для определения междисциплинарных связей по освоению материалов [1]. Здесь добавляется дополнительный параметр по теме занятий, смежные занятия желательно ставить друг за другом, чтобы изучаемая тема закреплялась. Осуществляется долгосрочное планирование, так как расписание составляется на весь учебный год с возможными семестровыми корректировками [2].

Для дошкольных учреждений, а в частности детских центров, затруднительно

составление годового расписания занятий, поэтому особенность здесь – краткосрочное планирование [3]. Выделяются основные программы, на которые всегда есть группы, тогда они остаются неизменными в течение всего года. Однако в основном занятия чередуются с ежедневными и ежемесячными мероприятиями, поэтому постоянно идет корректировка основного расписания – максимальный горизонт планирования 1 месяц.

В нашей статье [4] описывается алгоритм составления расписания с учетом общих и специальных ограничений. Все ограничения, накладываемые на расписание, делятся на четыре группы: А, В, С, Н.

Группа А имеет абсолютный приоритет, находящиеся здесь ограничения учитываются всегда и не могут быть нарушены.

Группа В имеет высокий приоритет. Эти ограничения могут быть нарушены при крайней необходимости в единичных случаях.

Группа С имеет средний приоритет, то есть нарушение этих ограничений крайне нежелательно, но возможно.

Группа Н имеет низкий приоритет. Желательно соблюдать ограничение данной группы, но их нарушение не влечёт за собой никаких серьёзных последствий.

Целевая функция (\*) процесса составления расписания занятий стремится минимизировать простой помещения и пропуски между занятиями одного преподавателя.

$$F(x) = \alpha_l \sum_t \sum_l |x_{tla} - x_{t+1,la}| + \alpha_a \sum_t \sum_a |x_{ta} - x_{t+1,a}| \rightarrow \min, \quad (*)$$

где  $F(x)$  – целевая функция расписания,  $t$  – время от начала суток,  $l$  – педагоги,  $a$  – помещения, булева переменная  $x_{tla} = 1$ , если  $l$ -й педагог на  $t$ -м занятии занимается в  $a$ -м помещении (0 в противном случае),  $\alpha_l$  – весовой коэффициент, приоритет педагога,  $\alpha_a$  – весовой коэффициент, приоритет помещения,  $x$  – 3-мерный массив переменных  $x_{tla}$ .

Полная постановка задачи дана в [4]. В данной статье описывается реализация алгоритма на базе платформы 1С:Предприятие 8.3 в виде отдельной конфигурации 1С.

#### *Существующие программные решения*

Автоматическое составление расписания занятий на протяжении многих лет является актуальной темой исследований, поскольку появляются все новые виды расписаний, от четких занятий по классам до индивидуальных планов, меняется сам принцип ведения занятий у преподавате-

лей – уменьшение лекционных и практических часов и увеличение заданий, выполняемых на дистанционных серверах. При существовании некоторого шаблона составления расписания: распределение по кабинетам, педагогам, времени, вместимости и т.д. – у многих организаций есть свои нюансы и специфика, что требует индивидуального программного продукта для составления расписания. Причем не всем требуется автоматическое составление, для маленьких центров удобнее использовать CRM-решения, такие как Беркана – Детский центр (berkanasoft.ru) и Отмечалка (otmechalka.com) [5, 6].

Аналогов для автоматического составления расписания на рынке множество: 1С:ХроноГраф, АвтоРасписание, НИКА-Люкс, Ректор 3, FET, ShiftNP, aSc Расписание и PLANIMUM. Самая широкая линейка программных продуктов, которые являются аналогами проектируемой информационной системы, реализована на платформе 1С: «ХроноГраф3.0 Лайт», «Автоматизированное составление расписания. Школа», «Автоматизированное составление расписания. Колледж», «Хеликс. Детский центр», «Колледж», «Школа» и другие [7]. Демо-версии некоторых программ можно посмотреть онлайн на сайте фирмы 1С, это помогает понять ответственному за составление расписания, стоит ли приобретать данный программный продукт, необходимы ли доработки под специфику заведения.

В основном все программы автоматического составления расписания являются платными. Программы с более широким функционалом, которые можно изменить под нужды определенного учебного заведения, имеют высокую абонентскую плату [8].

Системы поддержки принятия решений (СППР), которые максимально приспособлены к решению задач повседневной управленческой деятельности, в свою очередь являются инструментом, призванным оказать помощь лицу, принимающему решения (ЛПР), при решении некоторых неструктурированных и слабоструктурированных задач, в том числе и многокритериальных [9].

Выделяют сосредоточенные и распределенные СППР. В сосредоточенных СППР выделяют два типа систем:

1) когда решение в автоматическом режиме принимает система, состоящая из одного узла;

2) когда решение принимает специалист, имеющий в своем распоряжении СППР [10].

В распределенных СППР разделение идет пространственно и/или функционально [11].

На рынке представлены такие системы поддержки принятия решения, как ЭСППР, ExpertChoice, SuperDecision, DecisionLens (DecisionLensWeb) и другие [12].

Существуют и другие СППР, но задача составления расписания представляет собой задачу с ограниченным набором альтернатив, поэтому для разработки модуля СППР можно использовать платформу 1С, поскольку на ней реализована обширная линейка программ, решающих схожую задачу, что позволяет в дальнейшем совместить спроектированную информационную систему с уже установленным в организации программным комплексом 1С:Предприятие 8.3. Модуль СППР должен решать задачу встраивания в расписание распределенной заявки на мероприятие, тем самым создавая новое расписание занятий.

#### *Реализация алгоритма составления расписания*

Как и в любой конфигурации 1С, вся информация вносится в систему с помощью документов и справочников. Справочники 1С представляют собой специализированный объект дерева метаданных, который позволяет хранить статичную информацию справочного характера [13]. Информацию в справочниках не изменяют, они используются в объектах учета как разрез учета или справочная информация [14].

Для реализации СППР, реализующей алгоритм [4], в конфигураторе 1С создано:

- 11 справочников;
- документы «Группа», где формируются группы по занятиям, и «Заявка на мероприятие», где бронируется место в расписании под проведение мероприятия;
- регистр накопления «По помещению», где отражаются сформированные группы и заявки на основе документов;
- регистр накопления «По преподавателям», где ведется учет по педагогам, в какое время и в каком помещении они ведут занятия, чтобы отслеживать и без накладок создавать расписание;
- регистр сведений «Занятость помещений», который не позволяет провести документ «Заявка на мероприятие», если в указанное время помещение занято;
- отчет «Шаблон расписания», где выводится расписание на основании данных из регистра накопления «По помещению»;
- отчет «Занятость помещений», где выводится расписание на основании данных из регистра накопления «Занятость помещений».

Форма заполнения справочника «Курсы» по курсу «Арт-сад 1,5-5», где цифрами в названии указывается возрастная группа, для которой проводится данное занятие, показана на рис. 1. Форма заполнения документа «Группа» по курсу «Детский фитнес» представлена на рис. 2.

Арт-сад 1,5-5 (Курсы) (1С:Предприятие)

Арт-сад 1,5-5 (Курсы) \*

Главное Договор на посещение курса

Записать и закрыть Записать Еще ▾

Код: 000000001

Наименование: Арт-сад 1,5-5

Возраст: 1,5-5

Стоимость абонемента без возмещения: 5 000

Стоимость абонемента с возмещения: 7 500

Стоимость разового посещения: 450

Активное занятие:

Пассивное занятие:

Продолжительность: 180

Периодическое:

Общее колво занятий: 20

Время начала занятия: 9:00:00

Периодичность занятия: Каждый день

Рис. 1. Форма заполнения справочника «Курсы»

Гражданско-правовой договор    Группа    Дни рождения    Договор на посещение курса    Договор на проведение дня рождения/мероприятия    Договор на разовое посещение занятия    Заявки на мероприятия    Календарь    Клиент    Еще ▾    Создать ▾    Отчеты ▾

Группа ×    Заявки на мероприятия ×    По помещению ×    Курсы ×    Шаблон расписания ×    Периодичность занятий ×    Группа 00000002 от 02.11.2017 14:00:00 ×

← → ☆ **Группа 00000002 от 02.11.2017 14:00:00** ×

Провести и закрыть    Записать    Провести    Еще ▾

Номер: 00000002  
 Дата: 02.11.2017 14:00:00  
 Мероприятие: Детский фитнес 3-5  
 Зал: Зал1  
 Дата проведения: 04.11.2017  
 Время: 16:00:00  
 Преподаватель: Капинина Елена Андреевна  
 Продолжительность: 60  
 Дата время начала: 04.11.2017 16:00:00

Добавить    Еще ▾

N	ФИОКлиента
1	Авдеев Игорь Семенович
2	Кравчук Инна Сергеевна

Рис. 2. Форма заполнения документа «Группа»

← → ☆ **Заявка на мероприятие 002 от 26.12.2017 13:21:37** ×

Главное    Отчет занятости помещений

Провести и закрыть    Записать    Провести    Еще ▾

Номер: 002 от 26.12.2017 13:21:37  
 Зал: Зал+кухня    Преподаватель: Нижник Виктории Аркадьевна  
 Клиент: Динков Даниил Андреевич    Мероприятие: Восточные танцы 8+  
 Дата первого занятия: 08.12.2017    Время начала: 18:00:00

Добавить    Заполнить расписание    Еще ▾

N	Дата начала	Время нач...	Продолжительность
1	08.12.2017	18:00:00	60
2	15.12.2017	18:00:00	60
3	22.12.2017	18:00:00	60
4	29.12.2017	18:00:00	60
5	05.01.2018	18:00:00	60

Рис. 3. Заполнение документа «Заявка на мероприятие» на курс «Восточные танцы»

← → **Заявка на мероприятие (создание) \*** ×

Главное    Отчет занятости помещений

Провести и закрыть    Записать    Провести    Еще ▾

Номер:    от: 04.12.2017 0:00:00  
 Зал: Зал+кухня    Преподаватель: Шаповалов Сергей Геннадьевич  
 Клиент: Ващенко Виктор Петрович    Мероприятие: Каллиграфия для тех, кто не пишет буквы 5-7  
 Дата первого занятия: 08.12.2017    Время начала: 18:00:00

Добавить    Заполнить расписание    Еще ▾

N	Дата начала	Время нач...	Продолжительность
1	08.12.2017	18:00:00	90
2	09.12.2017	18:00:00	90
3	10.12.2017	18:00:00	90

**Сообщения:** ×

— В выбранное время данное помещение занято:  
 Восточные танцы 8+ с 08.12.2017 18:00:00 по 08.12.2017 19:00:00

Рис. 4. Ошибка при попытке ввода нового мероприятия на уже занятое время, дату и помещение – нарушение жестких ограничений модели

← → ☆ Шаблон расписания

Сформировать    Выбрать вариант...    Настройки...

Дата начала:  01.11.2017    Дата окончания:  31.12.2017

Параметры: Дата начала: 01.11.2017  
Дата окончания: 31.12.2017

День недели	Дата проведения	
Время	Зал	Преподаватель
Четверг	07.12.2017	
18:00:00	Зал2 (кухня)	Шаповалов Сергей Геннадьевич
Пятница	08.12.2017	
15:00:00	Зал+кухня	Нижник Виктория Аркадьевна
18:00:00	Зал+кухня	Нижник Виктория Аркадьевна
19:20:00	Зал+кухня	Шаповалов Сергей Геннадьевич
Пятница	15.12.2017	
18:00:00	Зал+кухня	Нижник Виктория Аркадьевна
19:20:00	Зал+кухня	Шаповалов Сергей Геннадьевич
Пятница	22.12.2017	
18:00:00	Зал+кухня	Нижник Виктория Аркадьевна
19:20:00	Зал+кухня	Шаповалов Сергей Геннадьевич
Пятница	29.12.2017	

Рис. 5. Отчёт «Шаблон расписания»

В форму документа «Заявка на мероприятие» добавлена экранная кнопка «Заполнить автоматически», если заявка формируется на периодический курс, то при вводе в первую строку табличной части даты, времени и продолжительности первого занятия, происходит заполнение остальных строк, количество которых соответствует значению из реквизита «Общее количество занятий» справочника «Курсы». От значения реквизита «Периодичность занятий» зависит расчет дат последующих занятий в течение месяца. Это показано на рис. 3. Эти данные отображаются в соответствующем регистре накопления после проведения заявки. Если в заявке набирается группа, то соответствующий документ временно не проводится, но записывается.

При вводе в заявку занятия на занятие уже в расписании помещение по дате и времени система не дает провести заявку, и выдает ошибку с пояснением, что показано на рис. 4.

Во вкладке «Отчет занятость помещений» при создании заявки можно вывести таблицу занятости помещения на определенный период, чтобы выбрать свободную дату или время, или помещение. В этом отчете отражается длительность занятия. На рис. 5 показан отчет «Шаблон расписания», который тоже выводится за период. Здесь просматриваются дата и время проведения,

преподаватель, который ведет мероприятие, день недели, помещение, в котором проводится мероприятие.

#### Заключение

Задача планирования расписания учебных занятий – это задача комбинаторного типа, характерной особенностью которой является большая размерность и наличие большого числа ограничений сложной формы. Фактически, в настоящее время не существует универсальных методов решения таких задач. Прямое применение математической (классической) теории расписания к задаче составления учебных занятий не представляется возможным. Тем не менее есть ряд эвристических и переборных методов, которые вполне поддаются программированию.

Результатом данной работы является разработанная сосредоточенная система поддержки принятия решения составления расписания занятий. Одним из результатов работы системы является вывод сообщения об ошибке при введении занятий на одно и то же время проведения и помещение – нарушение «жестких» ограничений, вывод в отчете занятости по помещениям. Конечным результатом работы системы является оптимизированное расписание в виде отчетов 1С для преподавателей, клиентов, по занятости залов.

**Список литературы**

1. Оценка школьного расписания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://медпортал.com> (дата обращения: 23.06.2018).
2. Чуйко О.И. Разработка информационной системы формирования учебного расписания в вузах на примере Хабаровской государственной академии экономики и права / О.И. Чуйко, С.И. Белозёрова // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – № 2–3.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23448> (дата обращения: 06.07.2018).
3. Береговых Ю.В. Алгоритм составления расписания занятий / Ю.В. Береговых, Б.А. Васильев, Н.А. Володин // *Искусственный интеллект*. – 2009. – № 2. – С. 50–56.
4. Пацук Е.Б. Формальная модель динамического составления расписания образовательного центра / Е.Б. Пацук, О.А. Антамошкин, Л.А. Казаковцев, И.Р. Насыров, О.В. Пацук, В.Л. Казаковцев // *Экономика и менеджмент систем управления*. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», – 2018. – № 2.1. – С. 182–190.
5. Беркана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://berkanasoft.ru> (дата обращения: 23.06.2018).
6. Отмечалка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://otmechalka.com> (дата обращения: 23.06.2018).
7. Allsoft [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://allsoft.ru/software> (дата обращения: 23.06.2018).
8. Лицензионные программы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.allprogram.ru/soft/obrazovanie-i-nauka/raspisanie-zanyatij> (дата обращения: 23.06.2018).
9. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности. – М.: Наука, 2001. – С. 10–18.
10. Marakas G.M. Decision support systems in the twenty-first century: Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 2006. – P. 10–13.
11. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений: научно-практическое издание. – М.: СИНТЕГ, 2007. – С. 25–28.
12. Архитектуры систем поддержки принятия решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 23.06.2018).
13. Продукция 1С [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.1c.ru/news/info.jsp?id=4323> (дата обращения: 23.06.2018).
14. Радченко М.Г. 1С:Предприятие 8.2: практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы / М.Г. Радченко, Е.Ю. Хрусталева. – М.: ООО «1С-Пабблишинг», 2010. – 874 с.