

Янков Игорь Александрович

**ОБЩАЯ СХЕМА ПОСТРОЕНИЯ РАСПИСАНИЙ С ИЕРАРХИЧЕСКОЙ ДРЕВОВИДНОЙ СТРУКТУРОЙ СВЯЗЕЙ**

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2010/3-1/16.html](http://www.gramota.net/materials/1/2010/3-1/16.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2010. № 3 (34): в 2-х ч. Ч. I. С. 64-66. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2010/3-1/](http://www.gramota.net/materials/1/2010/3-1/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

*Список литературы*

1. **Спивак А. И.** Оценка эффективности атак злоумышленника в процессе построения его модели // Научно-технический вестник. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010. Вып. 66.
2. **Bev Littlewood et al.** Towards operational measures of computer security // Journal of computer security. 1993. V. 2. № 2-3.
3. **Marianne Swanson et al.** Security metrics guide for information technology systems // NIST special publication. 2003. July. № 800-55.
4. **Mark Torgerson.** Security metrics for communication systems // 12th International command and control research and technology symposium. Rhode Island, 2007.
5. **Pratyusa Manadhata, Jeannette M. Wing.** An attack surface metric. CMU-CS-05-155. Carnegie Mellon University, 2005.
6. **Pratyusa Manadhata, Kymie M. C. Tan, Roy A. Maxion, Jeannette M. Wing.** An approach to measuring a system's attack surface. CMU-CS-07-146. Carnegie Mellon University, 2007.
7. **Shirley C. Payne.** A guide to security metrics // SANS security essentials: GSEC practical assignment. 2006. Version 1.2e.
8. **SSE-CMM: Systems security engineering capability maturity model** // International systems security engineering association (ISSEA). 2008.

УДК 004.413.2

*Игорь Александрович Янков*  
*Пензенский государственный университет*

ОБЩАЯ СХЕМА ПОСТРОЕНИЯ РАСПИСАНИЙ  
С ИЕРАРХИЧЕСКОЙ ДРЕВОВИДНОЙ СТРУКТУРОЙ СВЯЗЕЙ<sup>©</sup>

Качество работы отраслей современной экономики во многом зависит от качества решений, принимаемых на этапах планирования и оперативного управления. В ряде областей человеческой деятельности (управлении, производстве, транспорте, образовании, сельском хозяйстве и т.д.) использование средств автоматизированного планирования позволяет вывести эффективность работы на принципиально новый уровень. Именно поэтому в последнее время большое распространение получили системы автоматического построения и динамического управления расписаниями. Задачей таких систем является генерация оптимальных расписаний и поддержка сводного плана в актуальном состоянии, т.е. динамическое перестроение расписания согласно изменяющимся внешним условиям и данным о выполнении плана. Наиболее выгодным является использование таких систем в областях, где в сводном расписании участвуют множество разнотипных ресурсов, выполняя различные действия, направленные на достижение заданной цели. Хорошим примером может служить расписание машин и водителей, работающих в компании по сдаче автомобилей в аренду. Так как, выполняя доставку (забор) автомобилей, водители подвозят друг друга на различных участках пути [4]. Для таких предметных областей характерна большая связанность всех ресурсов, когда расписание одного участника тесно переплетается с другими и почти не может быть изменено без серьезного перестроения всего плана.

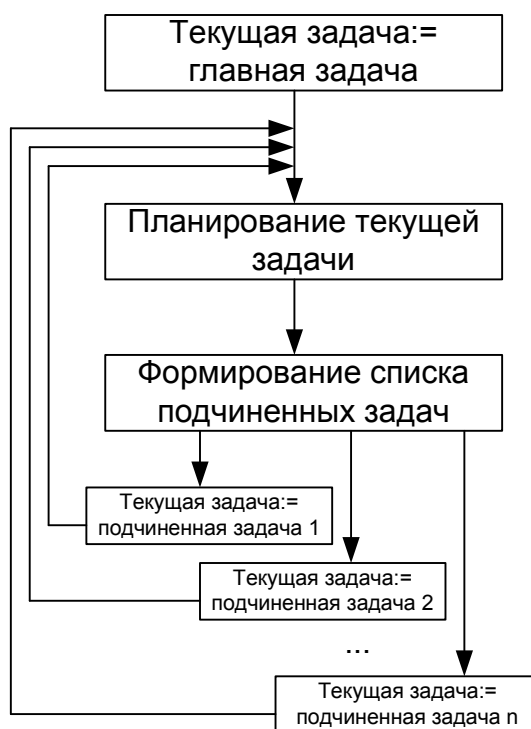
В ходе анализа практических задач подобного рода было выявлено, что структура таких расписаний несколько сложнее, чем абстрактные модели расписаний для одностадийных и многостадийных систем обслуживания, которые хорошо исследованы в рамках теории расписаний [1]. Особенностью является то, что каждое требование обрабатывается на нескольких ресурсах, а порядок выполнения операций имеет древовидную структуру [3]. Для решения этой задачи были предложены модель расписания с иерархической древовидной структурой связей, которая позволяет описать процесс обслуживания каждого требования. В данной статье мы рассмотрим общую схему построения таких расписаний.

Согласно ранее предложенной модели процесс обслуживания каждого требования это последовательное выполнение ресурсами множества задач, связанных друг с другом причинно-следственными связями, позволяющими определять необходимость существования тех или иных элементов расписания. Правила задания таких связей характеризуются конкретной предметной областью, и в общем случае, задаются в виде схемы ветвления задач [2], которая определяет, при каких условиях требуется создавать подчиненные задачи, а при каких - нет. Будем считать расписание допустимым, если оно соответствует схеме ветвления задач в данной области, т.е. дерево задач обслуживания каждого требования строго следует условиям ветвления. Именно по этой причине процесс поиска допустимых решений целесообразно вести на основе схемы ветвления, поэтапно создавая подчиненные задачи и находя наиболее подходящие ресурсы для размещения каждой из них.

Таким образом, построение расписания обслуживания множества требований осуществляется поэтапно, как совокупность построения расписаний для каждого требования отдельно. Для этого сначала все требования очереди сортируются в порядке, который бы максимально сильно соответствовал порядку естественного обслуживания требований.

В самом простом случае они сортируются согласно своим директивным срокам. В более сложном случае может учитываться важность и срочность требований. В целом допускается планирование очереди требований без дополнительной сортировки, однако это может сделать процесс учета взаимного влияния задач более долгим.

Рассмотрим процесс планирования одного требования. Для расписаний с иерархической древовидной структурой планирование каждого требования заключается, прежде всего, в планировании главной задачи, являющейся корнем дерева задач обслуживания данного требования [3]. Под термином “планирование задачи” мы будем понимать процесс поиска подходящего ресурса, а также временных рамок размещения операций в расписании выбранного ресурса-исполнителя. Иногда под ним понимается более широкое понятие, включающее в себя и планирование всех подчиненных задач. Так, в случае, если главная задача не создаст подчиненных задач, то планирование всего требования закончится, как только будет запланирована главная задача. Если же во время ветвления задач главная задача создаст подчиненные, то процесс планирования всего требования продолжится в виде последовательного планирования каждой из подчиненных задач. Они, в свою очередь, также смогут создавать подчиненный себе задачи и т.д. В результате образуется дерево задач обслуживания требования.



**Рис. 1.** Схема планирования требования

Таким образом, процесс составления расписания выполнения одной задачи состоит из следующих стадий:

- 1) планирование задачи (определения ресурса и временных рамок размещения соответствующей операции в расписании ресурса);
- 2) создание подчиненных задач согласно схеме ветвления и результатам планирования задачи;
- 3) инициирование последовательного планирования подчиненных задач.

На Рис. 1 представлена общая схема планирования требования.

Для того чтобы во время непосредственного планирования каждой задачи оценить размещение операций в расписании ресурсов с точки зрения оптимальности необходимо учесть следующие факторы:

- локальное изменение целевой функции;
- влияние текущего планирования на уже размещенные в расписании ресурсов задачи.

Результатом планирования задачи является изменение значения целевой функции, т.к. появление операций в расписании ресурсов-исполнителей может приводить к появлению нарушений директивных сроков, предпочтений временных интервалов работы ресурсов, соответствий параметров задач и ресурсов и т.д. При выборе ресурса необходимо оценить влияние данного размещения на приращение целевой функции. Среди множества вариантов размещения задачи должны выбираться такие, которые обеспечивают минимальное приращение целевой функции.

Если требуется запланировать множество требований, то при планировании второго требования и последующих, возникнет ситуация, когда в расписании ресурсов будут уже размещены операции ранее запланированных задач.

Тогда наиболее важным вопросом становится учет взаимного влияния задач друг на друга, позволяющий определять оптимальный порядок выполнения задач. Каждая задача имеет свои предпочтения, приоритеты, временные рамки, ограничения, связанные с позицией задачи в дереве задач обслуживания требования, и т.д. Все эти параметры должны быть учтены при определении последовательности выполнения задач ресурсами. Это довольно трудоемкая задача, т.к. в общем случае требует рассмотрения всех комбинаций последовательностей задач. Для того чтобы сделать время работы алгоритма приемлемым при выявлении порядка задач, мы предлагаем применять эвристический подход учета взаимного влияния, основанный на учете истории поиска каждой задачи [2]. Результатом его работы становится образование группы задач, которые были ранее запланированы, но при планировании текущей задачи вновь были отправлены на перепланирование. Такие задачи попадают в вышеописанную очередь задач, сортируются и планируются по общим правилам. Планирование завершается, когда в очереди задач на планирование не остается ни одного элемента.

Предложенная схема построения расписания применялась в процессе проектирования и разработки автоматической системы планирования ресурсов для компаний, сдающих автомобили в аренду, которая была внедрена в качестве основной системы оперативного планирования в британском отделении международной компании по сдаче автомобилей в аренду. Данная схема продемонстрировала высокую адекватность предметной области, где расписания имеют иерархическую древовидную структуру связей, а также позволила разработать эффективный алгоритм построения расписаний.

#### *Список литературы*

1. **Танаев С. В., Шкурба В. В.** Введение в теорию расписаний. М.: Наука, 1975. 256 с.
2. **Янков И. А., Скобелев П. О., Шибанов С. В., Шашков Б. Д.** Мультиагентный подход к планированию и распределению ресурсов в динамических гетерогенных системах // Динамика гетерогенных структур. 2009. № 1.
3. **Янков И. А., Шибанов С. В., Шашков Б. Д.** Нотация представления сильносвязанных расписаний реального времени с учетом внутренней метаинформации // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2009. № 4.
4. **Andeev S., Rzevski G. A., Shveikin P., Skobelev P. O., Yankov I. A.** A multi-agent scheduler for rent-a-car companies applications // Proceedings of International conference of multi-agent and holonic systems (HoloMAS). Austria, 2009.