

Планирование является широко используемым методом организации расположения процессов во времени в различных сферах жизни человека. Существует ряд подходов к реализации планирования: традиционные методы оптимизации [1], генетические и нейронные алгоритмы [2] и т.д. В последнее время все большее распространение получают системы планирования на основе мультиагентных технологий [3,4]. Главным преимуществом подобных систем (мультиагентных систем, МАС) является большая гибкость и эффективность по сравнению с традиционными системами [5]. В данной работе описываются особенности работы МАС для планирования, реализованной с использованием принципов многопоточных приложений.

Построение плана происходит путем взаимных переговоров агентов и достижения состояния компромисса между ними. План не сохраняется до тех пор, пока все агенты не закончат свои активности, например, обработка сообщения, ожидание ответа на свое сообщение и т.д. Отслеживание окончания всех активностей ведется миром агентов. Как только агент перестает заниматься полезной для себя деятельностью и переходит в состояние покоя, он должен дать сигнал – отправить сообщение о том, что его активность закончена, в мир агентов.

В реализованной многопоточной МАС используются два различных типа агентов: агент операции и агент ресурса. Ресурсами выступают рабочие, оборудование и цеха, если для них оказывают услуги по изготовлению. Соответственно, агенты ресурсов – это агенты, порождаемые этими тремя сущностями с соответствующими задачами и целями. Агент операции – агент технической операции, который ищет себе размещение в расписании с учетом различных критериев (рабочий, оборудование). Чтобы удовлетворить требования агента операции, агент рабочего должен уметь выполнять данный тип операции, обладать требуемой специальностью и уметь работать на конкретном оборудовании; агент оборудования должен иметь определенную модель, на которой выполняется данный тип операции. Агент операции выступает в роли самого активного агента: он может становиться активным по запросу на планирование от рабочего, может инициироваться агентом последующей операции или просто участвовать в разрешении возникших конфликтов.

Для того, чтобы агент операции занял место в плане, необходимо удовлетворить перечисленные выше критерии. Агент рабочего должен подойти по заданным параметрам,

чтобы договориться с агентом операции и удовлетворить его потребности, что может привести к долгим переговорам между агентами. Необходимо сужать круг рассматриваемых агентов, обрезая наименее подходящих по различным критериям: приоритету, доступности агента, скорости отклика на сообщение, и т.п.

Средством предотвращения долгих уточняющих переговоров между агентом операции и агентом ресурса выступает доска сообщений агентов. Агент операции оставляет в правилах доски те потребности, которые ему необходимы, в то время как агент рабочего оставляет в правилах те возможности, которыми он обладает. Затем доска сообщений анализирует совпадение правил и отправляет агентам сообщения о найденных совпадениях. Путем переговоров с другими агентами, либо самостоятельно агент находит для себя наилучшее положение, после чего работа агента останавливается и запускается проверка корректности планирования, которая состоит из проверки корректности планирования события и из проверки расписания на наличие нарушений. Только после проверки корректности плана расписание сохраняется и становится доступно пользователю для анализа и работы.

Обязательным условием существования агентов является наличие мира агентов. В процессе своей работы мир запускает параллельную работу агентов при помощи запуска имеющихся потоков процессора. Все потоки процессора могут запускаться одновременно и работать параллельно. По завершению обработки сообщения агентом поток освобождается и будет занят тем агентом, которого планировщик посчитает нужным активировать. Потоки некоторое время могут быть свободными, однако в один момент времени на каждом потоке не может быть более одного агента.

В результате своей работы в мире, агенты, обладая лишь определенным набором инструкций, взаимодействуют между собой по заданным правилам, и порождают целостное расписание, учитывающее различные интересы и ограничения.

#### Литература

1. *N.V. Sahinidis* Optimization under uncertainty: state-of-the-art and opportunities – *Computers & Chemical Engineering* – 2004 – Т. 28 – №6 – С. 971-983.
2. *H. C. Zhang, S. H. Huang* Applications of neural networks in manufacturing: a state-of-the-art survey – *The International Journal of Production Research* – 1995 – Т. 33 – №3 – С. 705-728.
3. *M. Pěchouček, V. Mařík* Industrial deployment of multi-agent technologies: review and selected case studies. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems* – 2008 – Т. 17 – №3 – С. 397-431.
4. *P. Leitão* Agent-based distributed manufacturing control: A state-of-the-art survey – *Engineering Applications of Artificial Intelligence* – 2009 – Т. 22 – №7 – С. 979-991.
5. *G. Rzevski, P. Skobelev* Managing complexity –Southampton: WIT Press, 2014. – 216с.