

## Диссипативные структуры типа "цикл" в ПО, существующем в режиме многопоточного выполнения исполняемого программного кода

Мельников С.В.

*МГТУ Московский государственный технический университет  
радиотехники, электроники и автоматики*

Рассмотрим закрытую диссипативную информационную систему. Под термином «закрытая» имеется в виду система, которая не обменивается данными с внешним миром. В соответствии с вторым законом термодинамики, данная система будет эволюционировать в направлении увеличения энтропии или:

$$(1) \quad dS > 0$$

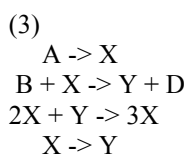
Открытыми информационными системам будем считать системы, обменивающиеся данными с внешним миром. Из этого утверждения неявно следует, что носителем энтропии являются данные (информация). Для открытых систем утверждение (1) можно переформулировать следующим образом:

$$(2) \quad dS = dSi + dSe$$

где  $dSi$  - изменение энтропии обусловленное внутренними процессами в системе,  $dSe$  - изменение энтропии, обусловленное потоком энтропии, возникающим при информационном обмене с внешним миром. Стоит отметить, что второму закону термодинамики в уравнении (2) подчиняется только член  $dSi$ , который всегда больше нуля, в отличии от члена  $dSe$ , который может иметь любой знак. Фундаментальным отличием открытых систем от закрытых является то, что суммарное изменение энтропии  $dS$  может быть меньше нуля (за счет члена  $dSe$ ). Данное явление можно назвать «порядок из хаоса». В открытых системах в процессе их существования могут возникать пространственные структуры макро-размеров. В закрытых же системах диссипативные процессы размывают неоднородности и приводят к однородному, не зависящему от времени состоянию.

Изучение диссипативных структур началось с исследования реакции Белоусова-Жаботинского, для объяснения которой И. Пригожиным была создана модель «брюсселятор», показывающая возникновение диссипативных структур.

Автор попытался восполнить этот пробел, создав простую систему, демонстрирующую возникновение диссипативных структур. Система активно обменивается информацией с внешним миром. Во время ее работы возникает циклическое изменение количества объектов, отражающих внутреннее состояние системы. Схематично процессы, протекающие в системе можно изобразить так:



Система обменивается с внешним миром объектами типов A, B, D, E. Под термином «объект» следует понимать сообщение или Э.С.Е., т.е. атомарное сообщение, передающее информацию, которое невозможно разделить на составные части. Сообщения типов A и B поступают в систему, а сообщения типов D, E удаляются из системы. Система существует в состоянии постоянного потока сообщений типов A, B. Обработка поступающих сообщений производится по правилам (3). Стоит обратить внимание на наличие «автокаталитического» правила (третье в (3)).

Записывалось количество объектов X и Y, существующих в системе и характеризующих ее состояние. В результате тестового выполнения был получен траектория состояния системы в фазовом пространстве, представляющая собой цикл.

На графике количества объектов X, Y также хорошо заметны возникшие макро-циклы концентраций и сменяющие их последовательности малых циклов. Стоит отметить, что ощутимую случайность в поведение системы, вносит планировщик выполняющихся потоков ОС и непредсказуемый фактор общей фоновой загрузки процессора.

Система демонстрирует циклическое поведение. Но в логике работы, описанной в (3), не содержится никаких переменных состояния, описывающее глобальное состояние системы, лишь переменные, описывающие микросостояние системы – концентрации объектов X и Y и правила их преобразования. Это позволяет отнести возникающие циклы к классу макро-структур, возникающих в открытой диссипативной системе или по другому – диссипативных структур.

#### Заключение:

В работе автором показано возникновение диссипативных структур в простой открытой информационной системе, обрабатывающей входные данные по заранее определенным правилам. Система не содержит переменных, хранящих макро-состояние и характеризуется только лишь микро-характеристиками – количеством объектов внутреннего состояния системы. Однако система демонстрирует «запоминание» собственного макро-состояний: возникновение макро-структур типа «цикл», которые также называются «диссипативными структурами».

#### Список использованных источников:

1. Пригожин И., Николис Г. Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. — М.: Мир, 1979. — 512 с.
2. Лийв Э.Х.. Инфодинамика. Обобщённая энтропия и негэнтропия. — Таллинн, 1998. — 200 с.
3. Заличев Н.Н. Энтропия информации и сущность жизни. - Москва: "Радиоэлектроника", 1995. - 192с.