

**Т. А. Шорникова, А. В. Алена** (Пенза, ПГТА). **Стратегии самоорганизации систем.**

Рассмотрим возможное поведение самоорганизующихся систем вблизи и вдали от состояния равновесия. Изменение работы по самоорганизации запишется в виде

$$dA/dt = dE/dt - dU/dt \geq 0. \quad (1)$$

Проанализируем возможное поведение системы (1) вблизи и вдали от состояния динамического равновесия с внешней средой.

1. *Состояние вблизи равновесия.* В состоянии равновесия  $dA/dt = 0$ , откуда  $dE/dt = dU/dt$ , т. е. при исчерпании возможности использовать для развития внешний источник любое изменение общей энергии системы будет связано только с изменением внутренней  $U$ , которая определяется исключительно свойствами «первичных» элементов. С учетом того, что по определению в первом приближении  $U = nE_0$  (где  $E_0$  — энергия одного «первичного» элемента,  $n$  — их общее число), изменение внутренней энергии со временем будет иметь вид  $dU/dt = E_0 dn/dt + n dE_0/dt$ .

2. *Состояние вдали от равновесия.* Рассмотрим теперь состояние, далекое от равновесия и проанализируем условия, способствующие росту, т. е. усилению потенциала самоорганизации. Это условие выполняется в следующих случаях.

А)  $dE/dt > 0$  при  $dU/dt = 0$ . Потенциал самоорганизации увеличивается с ростом общего вещественно-энергетического запаса системы при неизменной внутренней энергии.

Б)  $dE/dt = 0$  при  $dU/dt < 0$ . Это механизм компенсации отрицательных воздействий — система теряет часть элементов при неизменном энергетическом потенциале. В этом случае должен существовать некоторый предел для деградации «первичных» элементов, так как сохранение общего энергетического потенциала  $E$  при уменьшении, к примеру, числа «первичных» элементов вплоть до нуля попросту невозможно.

В)  $dE/dt > 0$  при  $dU/dt < 0$ . Случай, приводящий к наиболее быстрому росту потенциала самоорганизации: энергетический потенциал растет с потерей элементов. По смыслу аналогичен предыдущему, но отличается ростом  $E$ , что позволяет рассматривать его в качестве своеобразного компенсаторного механизма вдали от равновесия, в то время как предыдущий — вблизи равновесного состояния.

Г)  $dE/dt < 0$  при  $dU/dt < 0$ , но с условием, что  $E$  уменьшается медленнее, чем  $U$ . Ситуация «легкого стресса», в которой система жертвует частью «первичных» элементов без сильного ущерба для полного энергетического потенциала, что заставляет ее быть более «изобретательной». Имеет место вблизи равновесного состояния и по смыслу близка к стратегии Б).

Д)  $dE/dt > 0$  при  $dU/dt > 0$ , но с условием, что  $E$  растет быстрее, чем  $U$ . Это общее условие прогрессирующего развития или основной механизм самоорганизации с термодинамической точки зрения. В этом случае усложнение системы сопряжено с ростом как общей, так и внутренней энергии, причем способность к самоорганизации определяется соотношением скоростей их прироста и ограничивается условием  $|dE/dt| > |dU/dt|$ .

Таким образом, в наиболее общем приближении существует лишь пять основных стратегий, посредством которых реализуется самоорганизация в материальных системах. Однако столь небольшое их количество, даже в сочетании с тремя вариантами сопрягающих внешних потоков (растет, постоянен, уменьшается), вполне посилено для любого формального описания.