

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОГЕНЕРАТОРОВ С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВНУТРЕННЕЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ

Д. Е. Кривобоков, Л. В. Бабичева

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова
г. Барнаул

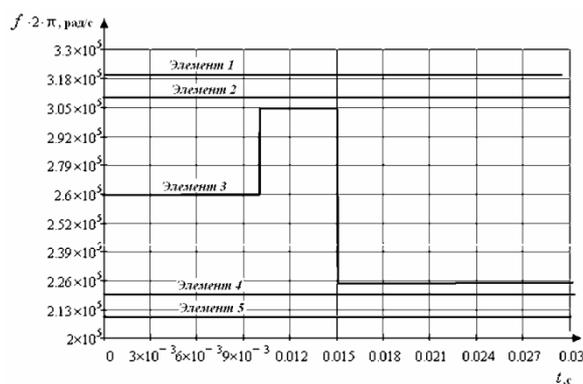
В современном приборостроении все активнее внедряются интеллектуальные методы обработки измерительной информации и управления процессом измерений. Во многом этому способствует развитие электронно-вычислительной базы, а также повышения сложности решаемых задач, для которых применение детерминированных алгоритмов весьма затруднительно. Однако, использование классических методов организации интеллектуальных систем в приборах контроля во многих случаях малоэффективны. Причиной тому является потребность в огромном объеме экспериментальных данных для обучения и тестирования подобных систем. Очевидно, что в условиях производства в технологическом цикле возникает ситуация «недостаточности» информации. Для применения интеллектуальных возможностей приборов. В связи с этим все большее развитие получают адаптивные системы, способные обучаться в условиях ограниченного количества информации. Достигается подобное, как правило, изначальной направленностью систем на область решаемой задачи и применением процессов самоорганизации.

Целью данной работы является показать возможности реализации активного автоколебательного элемента для создания самоорганизующихся адаптивных систем.

Колебательные элементы, реализованные на основе автогенераторов, не случайно выбраны в качестве составных элементов адаптивной или интеллектуальной системы, поскольку имеют ряд важных свойств, к которым относятся с одной стороны стремление сохранить свои базовые параметры такие как частоту и амплитуду колебаний, при внешнем воздействии, с другой стороны способность к взаимодействию, то есть имеется возможность повлиять на состояние автогенераторов этим же воздействием. Иными словами, автогенератор можно представить как элемент, который откликается лишь на «знакомые» или «узнаваемые» для него воздействия, причем отклик сопровождается изменением частоты и амплитуды колебаний. Но как

только воздействие извне исчезает, автогенератор возвращается в исходное - индивидуальное для него состояние. Очевидно, что количественные и качественные характеристики отклика зависят от степени близости частоты колебаний внешнего сигнала к частоте собственных колебаний автогенератора, а также от соотношения амплитуд колебаний.

Таким образом, автогенератор является открытой системой, стремящейся сохранить или восстановить свои индивидуальные параметры при внешнем воздействии. Если взять несколько автогенераторов и позволить им взаимодействовать, то есть отдавать часть своей энергии друг другу, то образуется система связанных колебаний, причем распределение по частоте и амплитуде колебаний отдельного автогенератора будет определяться индивидуальными параметрами всех автогенераторов и характером линии связи.



Условные обозначения:
«Элемент *i*» - частота колебаний «*i*-го» автогенератора; f – частота колебаний;
 t – время наблюдения

Рисунок 1 – Распределение частот собственных колебаний автогенераторов

На рисунке 1 представлены распределения частот свободных колебаний пяти автогенераторов без взаимодействия между ними, причем сформированы две пары автоге-

нераторов, различающихся частотой. Первая пара – элемент 1 и элемент 2, вторая пара – элемент 4 и элемент 5. Включение связи между элементами должно способствовать появлению взаимодействующих коллективов с ярко выраженными колебательными характеристиками. Результат представлен на рисунке 2, откуда видно, что взаимодействия в системе происходят, но говорить об образовании устойчивых коллективов сложно, поскольку графики как частот, так и амплитуд колебаний для каждой из пар сильно зашумлены межпарным взаимодействием. Результат вполне очевиден и заключается в том, что эффективно взаимодействовать могут элементы, расположенные достаточно близко друг относительно друга. Применение дополнительного, «раскачивающего» систему элемента 3, не изменило качественно картину взаимодействия между элементами групп. Поскольку последние не способны перемещаться между группами, пассивно реагируют на воздействие, оказываемое колебательным элементом 3, так как условия, в которых находятся элементы 1, 2, 4, 5 задают характер их поведения, и сами элементы менять эти условия не способны.

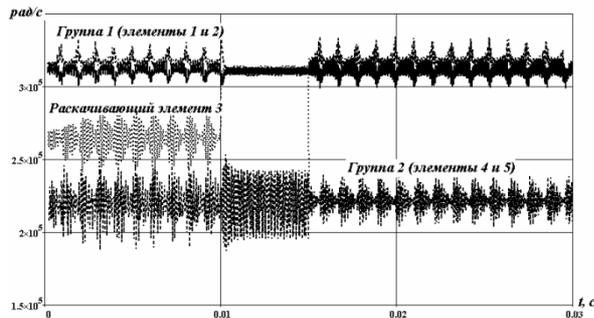


Рисунок 2 – Распределение частот колебаний автогенераторов при взаимодействии

В основе принципов самоорганизующейся системы должна лежать возможность перемещения элементов друг относительно друга. Поэтому было решено усовершенствовать колебательный элемент, путем реализации внутренней обратной связи, а именно введением дополнительной зависимости между его амплитудой и частотой колебаний:

$$F = F_0 + k \cdot (A_{\text{стац}} - A_{\text{тек}}), \quad (1)$$

где F – текущая частота колебаний автогенератора; F_0 – собственная частота свободных колебаний автогенератора; k – коэффициент обратной связи; $A_{\text{тек}}$ – текущая амплитуда колебаний автогенератора; $A_{\text{стац}}$ – собствен-

ная амплитуда свободных колебаний автогенератора

Коэффициент обратной связи k (1) является также способом определения поведения элемента в системе. Так, на рисунке 3 представлен результат взаимодействия трех элементов, два из которых расположены в непосредственной близости в частотной области. Третий же на расстоянии приблизительно в пять раз больше. В интервале времени от 0 до 0,01 внутренняя обратная связь элементов отключена. Наблюдается взаимодействие между ними, но без синхронизации колебаний.

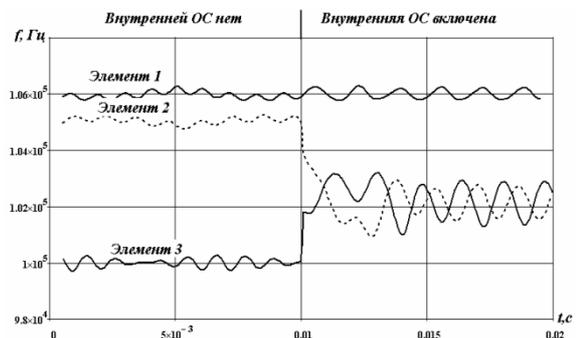


Рисунок 3 – Распределение частот трёх взаимодействующих элементов с внутренней обратной связью

Начиная с момента времени от 0,01 включается внутренняя обратная связь, и, в результате, элемент 2 сближается по частоте с элементом 3, причем элемент 2 отдаляется от близкого к нему по частоте элемента 1. Стоит также отметить, что амплитуды стационарных колебаний всех элементов одинаковы.

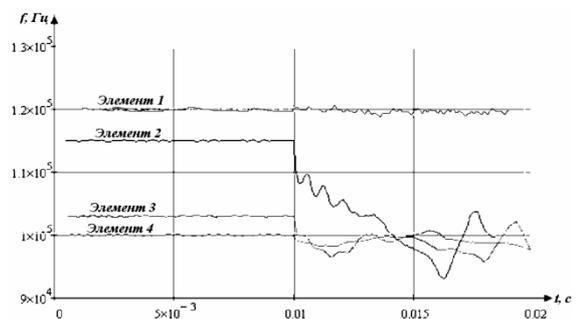


Рисунок 4 – Распределение частот четырёх взаимодействующих элементов с внутренней обратной связью

Подобное поведение не является типичным для классических автоколебательных систем (рисунк 2), которое строго определя-

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОГЕНЕРАТОРОВ С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВНУТРЕННЕЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ

ется соотношением их колебательных параметров. Поэтому элементы с внутренней обратной связью решено было назвать активными колебательными элементами, то есть элементами, способными не только к взаимодействию, но и к самостоятельному изменению собственных колебательных параметров, для достижения поставленной цели, определяемой внутренней зависимостью, к примеру (1).

На рисунке 4 представлен аналогичный процесс взаимодействия четырех элементов, образовавших группу из трех элементов.

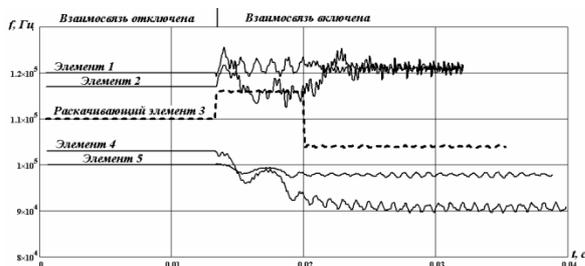


Рисунок 5 - Распределение частот пяти взаимодействующих элементов с внутренней обратной связью

На рисунке 5 система состоит из пяти элементов. Элемент 3, как и в случае, представленном на рисунке 1, является раскачивающим систему, при этом наблюдается как процесс образования группы элементов 1, 2, 3, так и явной «нетерпимости» элементов друг к другу – элемент 4 и 5. Стоит также отметить, что для образования групп между активными элементами требуется взаимообмен колебательной энергии, приблизительно на порядок меньшей, чем для пассивных элементов (классических автогенераторов) при прочих равных условиях, что свидетель-

ствует о большей эффективности элементов с внутренней обратной связью.

Практическое применение активных элементов заключается в том, что каждый из них способен быть «чувствительным элементом» одной из составных частей общей функции (системы или математической модели) измерительных преобразований, путем связывания его обратной связи с характером этой составной части.

Система, в целом состоящая из коллектива активных элементов и соответствующих им элементарных преобразователей общей математической модели, обладает свойством адаптироваться для достижения поставленной цели, к примеру, минимизации погрешности преобразований.

Заключение: организация адаптивной самоорганизующейся системы требует наличия взаимодействия между составными элементами, а также их движения относительно друг друга. Одним из способов получения подобных элементов является введение дополнительно обратной связи между колебательными параметрами автогенератора, что в результате позволяет как повысить эффективность взаимодействия, так и управлять поведением элемента и системы в целом, путем воздействия на внутреннюю обратную связь.

Аннотация

Предложено использовать автогенератор с дополнительной внутренней обратной связью между колебательными параметрами как основного элемента адаптивной системы измерительных преобразований. Введение обратной связи позволяет добавить направленность к способности автогенератора взаимодействовать.