

ных исследований выявлены пространственные размерно-пропорциональные структуры, отвечающие указанной модуляции и обладающие логической связностью, что полностью подтверждает адекватность нашей методики и ее теоретического обоснования задачам подобных исследований.

**Об использовании некоторых методов компьютерных технологий в исследованиях памятников истории и архитектуры**

Шаталов А.А.

*Ростовская государственная академия архитектуры и искусства*

Предлагаемые тезисы посвящены разрабатываемым автором принципам организации специальных программных средств, предназначенных для исторических, архитектурных и, возможно, археологических исследований, а также отдельным результатам применения уже разработанных нами ПС. Отдельные положения, касающиеся, в частности, самой возможности создания автоматизированной системы анализа структурно-пропорциональных зависимостей в геометрических и лингвистических объектах («АС-ПРО»), разрабатываются нами, начиная с середины 90-х годов прошлого века, и были неоднократно опубликованы. Постановка задачи и применяемые методы моделирования основываются на результатах исследований, проведенных автором в предметной области, т. е. в области «опосредованных» метрологических и пропорциональных исследований древнейших памятников. Необходимо отметить, что вообще большинство подобных исследований - опосредованные, т. к. в них используются натурные обмеры, выполненные и опубликованные другими исследователями. Проведенные предметные исследования позволили нам сформулировать основные положения методологии автоматизированного анализа исторических линейных мер, примененных в памятнике. Это, прежде всего:

а) принцип целых чисел (предполагается, что в сооружении наличествует как минимум один системно-значимый размер, заданный целым числом);

б) принцип соответствия целочисленным архетипам, в т. ч., связанным с выявленным автором числовым рядом «Алгоритма Куполов», (далее АК). Одним из наиболее примечательных свойств этого ряда является его сводимость к числам Тициуса-Боде;

в) принцип «модуляции-37», связанный с 11-м членом ряда АК и состоящий в применении укрупненной модульной единицы (обоснованность подобной модуляции связана также и с тем, что 37 - простое число; более подробно об АК и «модуляции-37» см. наши предыдущие публикации в научной периодике);

г) принцип «2-х режимов»: меры могут анализироваться как с автоматическим перебором вариантов из базы данных, так и жестко задаваться пользователем.

К настоящему времени разработано и апробировано несколько аналитических модулей «АС-

ПРО», показавших достаточную адекватность поставленным целям.

**Синтез оптимальных управлений на имитационных моделях**

Яковенко П.Г., Зимин В.П., Григорьева М.М.

*Томский политехнический университет, Томск, Россия*

Задача эффективного управления сложными линейными и нелинейными системами может быть успешно решена с помощью математического моделирования. Для этого необходимо иметь достаточно простые адекватные модели, представленные обыкновенными дифференциальными уравнениями. Современная вычислительная техника позволяет получить достоверную информацию о свойствах сложных систем путем решения с высокой точностью численными методами дифференциальных уравнений. Значительные сложности могут возникнуть при синтезе оптимальных управлений системами, к которым предъявляются противоречивые требования, например, по быстродействию и по строгому ограничению координат во время переходных процессов. В таких системах на начальном этапе переходного процесса управление следует формировать исходя из требования к быстродействию, а на заключительном этапе – исходя из технологических ограничений. Момент изменения цели управления во время переходного процесса определяется не только структурой и параметрами системы, но и ограничениями, входными и возмущающими воздействиями.

Имитационное компьютерное моделирование по структурным схемам динамических систем позволяет исследовать переходные процессы при любых входных воздействиях, контролировать выполнение технологических ограничений, как для выходных, так и промежуточных координат. На таких моделях возможен поиск оптимальных управлений путем многократного проведения машинных экспериментов, однако, для нелинейных систем со многими переменными ограничениями и возмущениями не всегда удается добиться положительного результата за ограниченное время. При синтезе в реальном масштабе времени оптимальных по быстродействию управлений на имитационных моделях нелинейных динамических систем следует использовать алгоритмы, построенные с использованием элементов логики мышления человека и законов диалектики.

В природе существует определенная, иерархическая упорядоченность структур. Продвижение к глобальной цели, стоящей перед всей системой, обычно осуществляется за счет соответствующей координации деятельности подсистем. Глобальная цель разворачивается в подцели, причем, часто лишь после достижения подцели появляется возможность оценить целесообразность принятия того или иного закона управления. Во всяком действии легко увидеть его составные части, которые должны выполняться не в произвольном порядке, а в определенной последовательности. Явная алгоритмизация любой

практической деятельности является важным средством ее реализации.

Природа едина, ее системы подчиняются всеобщим законам развития. Существенными и необходимыми чертами всякого взаимодействия являются единство и борьба противоположностей. Диалектические противоположности противостоят друг другу в рамках единого взаимодействия. В сложных системах наблюдается иерархическая система противоречий, которую следует использовать. Формирование направленности развития системы выполняется ведущими сторонами каждого из противоречий этой системы под определяющим влиянием основного противоречия. Вне взаимодействия и изменения противоположностей нет развития и движения.

Характер движения системы к равновесию определяется законом динамического уравнивания и динамики противоречий, который указывает на тенденцию изменения системы в направлении уменьшения количественных характеристик ее противоречий. Всеобщие законы развития находят подтверждение в любых системах. Обычно модель желаемого будущего состояния системы, на реализацию которого направлена целесообразная деятельность, выполняется с учетом того, что происходит на промежуточных этапах.

Полная формализация нахождения наилучшего решения возможна лишь для хорошо структурированных задач. Выбор с несколькими критериями особенно затруднен. Частные критерии обычно не равнозначны между собой, поэтому выделяют главный критерий, а остальные рассматривают как дополнительные, сопутствующие. Системный анализ позволяет реализовать диалектический метод при рассмотрении прикладных задач.

Для многих систем характерна иерархия вышестоящего и нижестоящего уровней, что позволяет применять для синтеза управлений принцип «перемены цели» в качестве средства приспособления к изменению задания, параметров и координат системы и принцип «ведущего слабого звена», по которому для достижения цели объединяются все звенья системы. Создана методика синтеза оптимальных управлений линейными и нелинейными системами с ограничением координат, основанная на многократном численном решении дифференциальных уравнений. Она предполагает использование методов динамического программирования и имитационного моделирования, принципов «перемены цели» и «ведущего слабого звена».

Синтез управления сводится к последовательной оптимизации более простых процессов управления. Оптимальный закон составляется из управлений, найденных во время переходного процесса для малых интервалов времени. Поиск управлений ведется последовательно с учетом нелинейностей и ограничений и координат системы, полученных при оптимальном управлении на предыдущих шагах.

На первом этапе, при определении оптимального управления, методом динамического програм-

мирования рассчитывается прогнозируемое оптимальное управление для очередного шага. На втором этапе определяются координаты системы в результате выполнения шага с найденным прогнозируемым оптимальным управлением. На третьем этапе методом имитационного моделирования выполняется перевод системы по оптимальному закону с учетом принятых ограничений из состояния, полученного в результате выполнения прогнозируемого шага, в равновесное состояние. На четвертом этапе сравниваются значения координат системы при переводе ее по оптимальному закону в равновесное состояние с допустимыми значениями координат. Если нет нарушений принятых ограничений, то рассчитанное на первом этапе управление считается оптимальным и его следует использовать для расчета реальных координат системы на очередном шаге. Полученные координаты системы используются в качестве начальных условий для определения оптимального управления на следующем шаге. Если наблюдаются нарушения ограничений, то следует скорректировать управление на прогнозируемом шаге и повторить расчеты по описанному циклу, начиная с определения координат системы после первого прогнозируемого шага. Управления на отдельных шагах интегрирования составляют в итоге оптимальный закон управления системой.

При изменении координат до установившихся значений по оптимальным законам могут формироваться различные цели, однако всегда используется принцип «ведущего слабого звена» и идет подстройка под самое «сильное» в данный момент ограничение. Изменение целей во время переходного процесса связано с необходимостью выполнения предъявляемых к системе противоречивых требований. Повышение порядка системы приводит к увеличению объема вычислений по циклическим алгоритмам при переводе ее в равновесное состояние, но не вызывает принципиальных трудностей. Увеличение количества ограничений на координаты существенно не влияет на сложность алгоритма.

Особенностью предложенной методики является использование промежуточных критериев, позволяющих сразу отсеять заведомо неприемлемые управления и тем самым сократить объем вычислений. В некоторых случаях для линейных систем удается получить простые аналитические выражения для расчета процесса перевода координат в установившиеся состояния после выполнения прогнозируемого шага, что открывает широкие перспективы по разработке алгоритмов синтеза в реальном масштабе времени микропроцессорными средствами оптимальных управлений системами высоких порядков.

Методика позволила разработать алгоритмы синтеза оптимальных управлений электромеханическими устройствами, энергетическими системами, высокоскоростными подвижными объектами, исследовать предельные динамические возможности нелинейных систем.