



ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2015

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ,
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
«ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2015»,
ПОСВЯЩЕННОЙ 70-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ

КРАСНОЯРСК, СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

15-25 АПРЕЛЯ 2015 Г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Сборник материалов
Международной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых
«Перспектив Свободный-2015»,
посвященной 70-летию Великой Победы

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля 2015 г.

Красноярск, 2015.

«Системный анализ, автоматизация и управление»



ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2015

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля 2015 г.

НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ МНОГОСВЯЗНЫМИ СИСТЕМАМИ

Антропов Н.Р.

научный руководитель канд. техн. наук Агафонов Е.Д.
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М.Ф. Решетнева

В настоящее время существует множество подходов к построению моделей и управлению трубопроводными системами, например [1]. Многие из этих подходов основаны на построении математической модели трубопроводной сети в виде системы уравнений и последующем решении полученной системы с помощью различных модификаций методов Ньютоновского типа. Использование данных методов сопровождается большими вычислительными трудностями, в виду локальности метода Ньютона, лежащего в их основе.

Автором предлагается использовать в качестве алгоритма идентификации и управления гидравлическими сетями непараметрический алгоритм прогноза выхода [2], не зависящий от выбора начального приближения и основанный на идее генерации рабочих выборок по исходным наблюдениям с последующим оцениванием искомых величин. Ранее, исследование данной проблемы проводилось в [3]. Прогноз выхода и управления предлагается производить с одновременной оценкой параметров алгоритмом Кифера-Вольфовица [2].

В качестве модели рассматривается модель стационарного течения жидкости, представляющая собой систему уравнений, составленную в соответствии с законами Кирхгофа для трубопроводной сети:

$$\begin{aligned}
 c_{11}x_1 + \dots + c_{1n}x_n &= q_1 \\
 \dots & \\
 c_{k-1,1}x_1 + \dots + c_{k-1,n}x_n &= q_{k-1} \\
 c_{k1}s_1|x_1|^{\beta_1-1}x_1 + \dots + c_{kn}s_n|x_n|^{\beta_n-1}x_n &= h_1 \\
 \dots & \\
 c_{n1}s_1|x_1|^{\beta_1-1}x_1 + \dots + c_{nn}s_n|x_n|^{\beta_n-1}x_n &= h_{n-k+1}
 \end{aligned} \tag{1}$$

где n – количество участков в графе сети; k – количество узлов; x_j – расход по j -ой трубе; q_i – приток в i -ом узле; s_j – гидравлическое сопротивление соответствующей трубы; h_i – сумма действующих напоров с учетом знака по всем дугам i -го контура; β_j – коэффициент в законе зависимости величины падения напора от значения расхода; $c_{ij} = \{-1, 0, +1\}$ определяется по первому или второму закону Кирхгофа. Для второго закона Кирхгофа и для нелинейных уравнений $c_{ij} = \{-1, +1\}$ (в зависимости от направления обхода), если j -й участок входит в цикл, соответствующий i -му нелинейному уравнению, либо $c_{ij} = 0$.

В качестве неизвестных и оцениваемых параметров модели принимаются коэффициенты гидравлического сопротивления s_j .

Применение соответствующих алгоритмов рассматривается на следующей трехконтурной трубопроводной сети с одной активной ветвью с действующим напором.



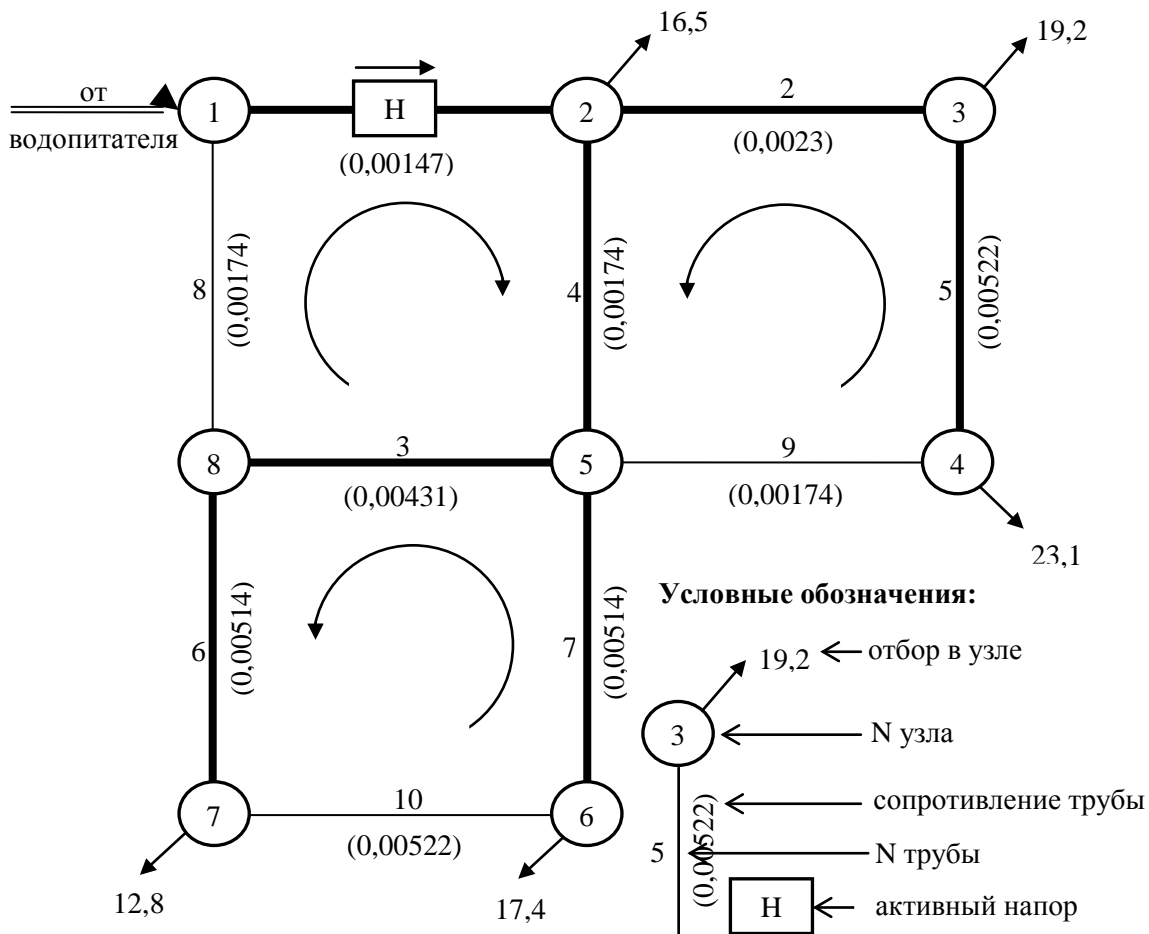


Рис. 1. Трехкольцевая трубопроводная сеть.

Стрелки в контурах указывают выбранное направление обхода при учете знаков в уравнениях Кирхгофа для контуров. В цепи имеется одна активная ветвь с действующим напором H . Жирными линиями обозначены дуги дерева, тонкими хорды. Все трубы, кроме шестой и седьмой, стальные, шестая и седьмая – пластмассовые.

Результаты идентификации представлены в следующей таблице, где приведена ошибка идентификации W (евклидова норма отклонения истинного решения от его оценки), для разного объема выборки N и уровня шума S в каналах измерения.

Таблица 1. Результаты расчета ошибки идентификации.

$S = 5\%$			
N	25	50	100
W	0,09636	0,07330	0,05282
$S = 10\%$			
N	25	50	100
W	0,17085	0,13315	0,08306
$S = 25\%$			
N	25	50	100
W	0,34195	0,29205	0,22395

С увеличением объема обучающей выборки точность идентификации увеличивается. Наличие помехи в каналах измерения негативно сказывается на работе



соответствующих оценок, что свойственно всем непараметрическим оценкам. В целом по ряду экспериментов была установлена достаточно высокая точность при относительно небольших объемах обучающих выборок и устойчивость к шуму, вплоть до достаточно больших значений помехи.

Численное исследование алгоритма управления проводилось для той же сети с установкой по выходу равной соответствующим отборам в узлах, для которых необходимым управлением является значение напора $H=8,25$. Сходимость алгоритма управления наблюдалась по соответствующей оценке управляющего воздействия (напора H) в зависимости от такта управления T .

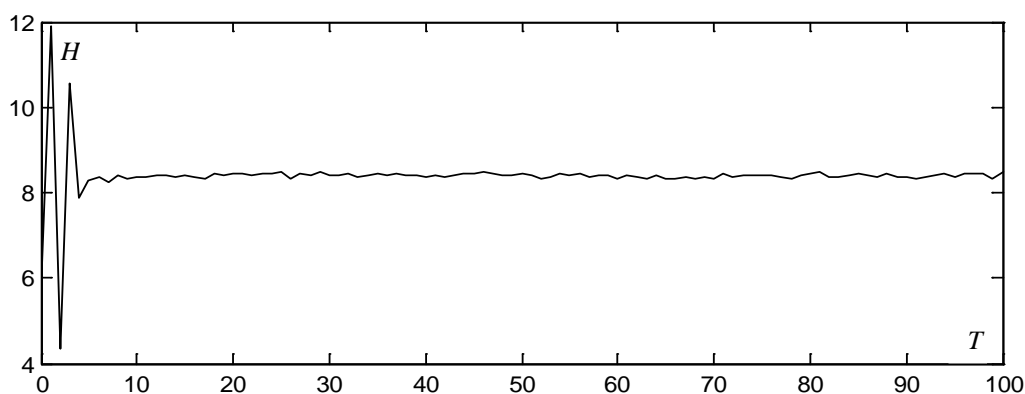


Рис. 2. Управляющее воздействие при $N=100$ и $S=10\%$.

С увеличением числа тактов управления найденное значение управляющего воздействия стремится к истине и, начиная с 5 такта, удерживается на одном уровне, что свидетельствует об эффективности алгоритма управления. В ходе численного моделирования была установлена работоспособность алгоритма в достаточно широком диапазоне шумов и маленьких объемах обучающих выборок. В среднем, алгоритм сходится за 5-10 итераций.

Применительно к трубопроводным сетям соответствующие алгоритмы позволяют преодолеть недостатки, связанные с отсутствием априорных данных о приблизительных значениях расходов на участках цепи, необходимых в качестве начальных приближений для работы многих алгоритмов идентификации трубопроводных систем, базирующихся на методе Ньютона. Использование непараметрических оценок прогноза выхода и неизвестных параметров модели также позволит повысить адаптивность математических моделей трубопроводных сетей, так как данные оценки базируются на обучающих выборках, которые являются непосредственным носителем информации о процессах функционирования трубопроводных сетей, что, в совокупности, позволит повысить эффективность и надежность эксплуатации технологического оборудования трубопроводов.

Список литературы

1. Логинов, К.В., Мызников А.М., Файзуллин Р.Т. Расчет, оптимизация и управление режимами работы больших гидравлических сетей / Математическое моделирование. 2006. т.18. №9. – С. 92-106.
2. Красноштанов А.П. Комбинированные многосвязные системы. Новосибирск: Наука, 2001. – 176 с.
3. Агафонов Е.Д., Антропов Н.Р. Об оценке решения системы уравнений в задаче построения модели гидравлической сети / Известия ТулГУ. Технические науки. – Вып. 3. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2014. – С. 110-117.



О ПРОБЛЕМАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ЕГО МОДЕРНИЗАЦИИ

Белошапкина О.Е.

научный руководитель канд. пед. наук Виденин С.А.

Сибирский федеральный университет

На сегодняшний день современный мир характеризуется тем, что постоянно развивается. Развитие в большей степени связано с внедрением инноваций в нашу жизнь. Развитие касается всех областей, в том числе и системы образования. Как было отмечено ранее, уровень образования в России упал, по сравнению с советским временем. В этом виноваты, в том числе и, инновации, введенные в систему. Но это не значит, что во всем виноваты нововведения. Сами по себе инновации, конечно, были рассчитаны на то, чтобы улучшить систему образования, сделать ее более гибкой и понятной, но внедрение новых идей в жизнь общества процесс очень трудный. Инновации, как производство новых идей, находятся в сложных, противоречивых отношениях с социальным институтом образования, который, по сути своей, консервативен.

Современные студенты вынуждены постоянно подстраиваться под изменения, которые происходят вокруг. Система образования постоянно совершенствуется в связи с изменениями в области информационных, коммуникационных и педагогических технологий, поиском новых возможностей при работе с информационными ресурсами. Эти изменения порождают не только изменения в существующих учебных планах, но и создание новых специализаций подготовки, которые на начальном этапе всегда основываются на уже существующих. Конечно, все новое рождается из старого, но иногда старое уже не нужно. Так, например, студент, который планирует стать программистом, за 5 лет изучает множество различных теорий, алгоритмов, примеров. Но по окончании ВУЗа большинство знаний, которые студент получил, уже не актуальны, то есть информация, которую он получил во время обучения, устарела, и теперь для устройства на работу, выпускнику необходимо пройти курсы повышения квалификации.

На примере, приведенном выше, мы выяснили, что система образования нуждается в нововведениях и, что эти нововведения должны быть связаны, прежде всего, с информатизацией. Но эти изменения должны быть целенаправленными, чтобы в ходе нововведений вносился какой-то новый стабильный элемент, который бы стабилизировал процесс обучения и сделал его более гибким.

Иными словами, перед тем как вносить изменения, необходимо составить модель той системы, которую мы хотим увидеть. Для того чтобы модель была действенной, необходимо, чтобы она была ориентирована на конкретную определенную цель. Эта цель должна задаваться каждым конкретным учебным заведением и, конечно, должна быть открыта для студентов и абитуриентов. В самом общем случае цель может звучать так: «Все выпускники должны найти работу по специальности». Вернемся к нашему студенту-программисту. Логично, что он будет обучаться в техническом ВУЗе, на специальности, связанной с информационными технологиями. В этом случае цель может звучать следующим образом: «Все выпускники нашего ВУЗа должны найти работу, связанную с IT-технологиями». Можно также еще предложить идеальную цель для высшего учебного заведения: «Мы должны трудоустроить всех наших выпускников по специальности». На примере приведенных целей, можно составлять модель образовательного процесса, и для каждой цели модель будет своя. Для каждой модели необходимо определить входные и выходные параметры, факторы, влияющие на обра-



зования и показатели, с помощью которых можно будет определить рентабельность модели. На рисунке 1, представлена общая графическая модель образовательного процесса. На ней мы видим, что студентам необходимы знания не только в профессиональной сфере, но и знания расширяющие кругозор, знания позволяющие мыслить широко, это также пригодится для выполнения цели.

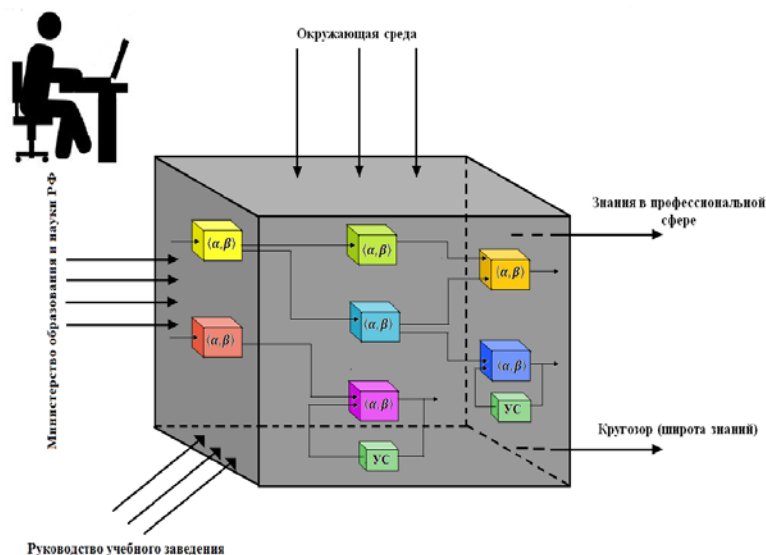


Рисунок 1. Общая модель образовательного процесса

Рассматривая сегодняшнюю ситуацию с системой образования, предложить, что она находится в процессе изменения и усовершенствования, но эти усовершенствования не всегда верно работают. Главной задачей на сегодняшний день должна стать разработка новой модели образовательной системы, которая бы учитывала все изменения в окружающей среде и все факторы, влияющие на нее. Вместе с этим необходимо, чтобы эта модель не была просто рисунком на бумаге, а в точности исполнялась. Этот момент тоже необходимо учитывать в модели при ее создании. Очевидно, что мы имеем дело с активным процессом, и оценка качества его ведения и его моделирования всегда будут являться субъективными, чтобы этого избежать, нужно чтобы в процессе создания модели участвовали все участники процесса.

Библиографический список

1. Медведев А.В., Ярлыкова Л.К. О компьютерном «портрете» образовательного процесса // Труды IX Всероссийской научно-практической конференции «Системы автоматизации в образовании, науке и производстве (AS`2013)», г.Новокузнецк. – 2013. – С.12-19.
2. Тарасенко Ф.П. Моделирование и феномен человека. Ч.1. Моделирование – инфраструктура взаимодействий человека с реальностью – М.: Научные технологии, 2012. – 137 С.
3. Гутова С.Г. Процессы модернизации в современном образовании: проблемы и перспективы // Материалы вузовского методического семинара-конференции «Инновационные подходы в организации учебного процесса в ВУЗе, г.Нижевартовск – 2011. – с.29-30.
4. Белошапкина О.Е. О показателях, влияющих на образовательный процесс в ВУЗах // Материалы XIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях и образовании», г.Рязань – 2014. – с.32-34.



ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ИСПЫТАНИЙ ИЗДЕЛИЙ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

Бригинец Е.А.

научный руководитель канд. техн. наук Чубарь А.В.

Сибирский федеральный университет

Для обеспечения нормальной жизнедеятельности общества создаются сложные технические системы (атомные электростанции, ракетно-космические системы и комплексы и др.). Создание, функционирование, сопровождение и модернизация – это процессы, которые при допущении ошибочных действий могут привести к техногенным катастрофам.

Важнейшую роль для исключения просчетов и выбора оптимальных проектно-конструкторских решений играют компьютерные моделирующие комплексы, которые позволяют при выборе проектных решений отбрасывать заведомо непригодные решения, а при подготовке соответствующих кадров отрабатывать действия персонала в критических ситуациях, не воспроизводя их в натурных экспериментах.

Очевидно, что такие моделирующие тренажерные комплексы должны строиться на базе моделей высокого уровня, обладать качественным интеллектуальным программным обеспечением, предоставлять пользователю удобный и простой в работе, естественный в данной проблемно-ориентированной области интерфейс, обеспечивать необходимую визуализацию происходящих процессов. Другими словами, должна быть создана виртуальная среда, адекватно отображающая все стороны решаемой задачи.

В космической отрасли одним из важнейших условий правильного функционирования различных систем и изделий является герметичность их конструкций. В вакуумной технике герметизация осуществляется ради получения и сохранения необходимого вакуума, в приборостроении – для защиты рабочих элементов от вредных воздействий окружающей среды или для предупреждения замещения газа-заполнителя воздухом.

Под герметичностью понимают непроницаемость конструкции для газов и жидкостей. Абсолютная герметичность недостижима и неконтролируема. Поэтому герметичными принято считать конструкции, газовый или жидкостный обмен через элементы которых достаточно мал для того, чтобы не мешать нормальному ходу рабочего процесса или сохранения требуемых характеристик герметизированного изделия в процессе всего срока его службы, включая и время хранения. Требования к степени герметичности (нормы герметичности) устанавливают исходя из назначения, особенностей конструкции, срока службы, условий работы и хранения герметизированных объектов. Нормы герметичности определяют круг методов и приборов (течеискателей), принципиально пригодных для испытаний данного объекта. Однако для окончательного выбора того или иного метода или прибора приходится учитывать ряд дополнительных условий, таких, как возможность обеспечения необходимой надежности испытаний, требуемой производительности, экономической рентабельности.

Ясное представление о возможностях и особенностях существующих методов и аппаратуры контроля герметичности создатели герметизированных изделий должны иметь не только в связи с правильным выбором испытательного оборудования, но и для того, чтобы при проектировании задавать технически выполнимые требования к контролю. Следует учитывать при этом, что низкая надежность контроля герметичности или высокая его трудоемкость могут явиться следствием недостаточно



продуманной конструкции самого испытуемого объекта, например отсутствия доступа к герметизирующим швам и уплотнительным элементам, невозможности создания оптимальных условий работы течеискательной аппаратуры. При разработке технологии изготовления герметизированных объектов важно правильно установить стадию технологического процесса, на которой следует производить контроль герметичности для того, чтобы избежать временной закупорки течей, препятствующей их обнаружению, или образования новых течей в уже проверенных конструкциях.

Для выбора наиболее подходящих методов контроля герметичности приходится учитывать большое количество условий. В помощь специалистам в области испытаний была разработана информационная система поддержки испытаний изделий на герметичность. Поддержка заключается в определении подходящих методов обнаружения местоположения течи и величины натекания.

Представление знаний и накопленного опыта специалистов данной предметной области в программе реализовано в виде правил. Многие правила являются эвристическими, основанными на опыте экспертов в данной предметной области. В режиме накопления знаний эксперт наполняет систему информацией, которая позволяет разработанной системе в режиме решения самостоятельно решать задачи из проблемной области. Эксперт описывает проблемную область в виде совокупности данных и правил.

Главное окно программы (рис. 1) состоит из двух частей – части ввода данных и части вывода результата работы.

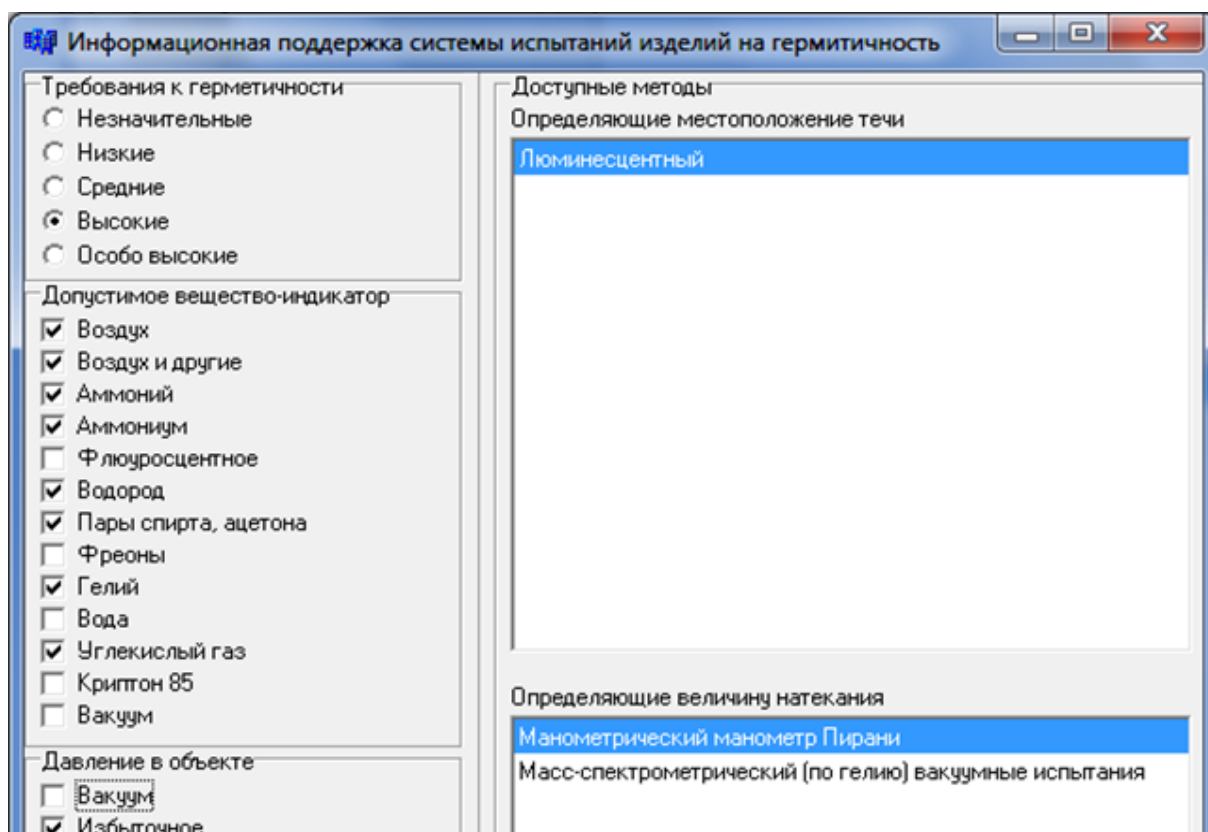


Рисунок 1. Главное окно программы

На основании указанных критериев система принимает решение о возможности использования методов, определяющих местоположения течи, а также методов, определяющих величину натекания (рис.1).

При нажатии на доступный метод в окне будет приведена краткая информация по данному методу (рис. 2).

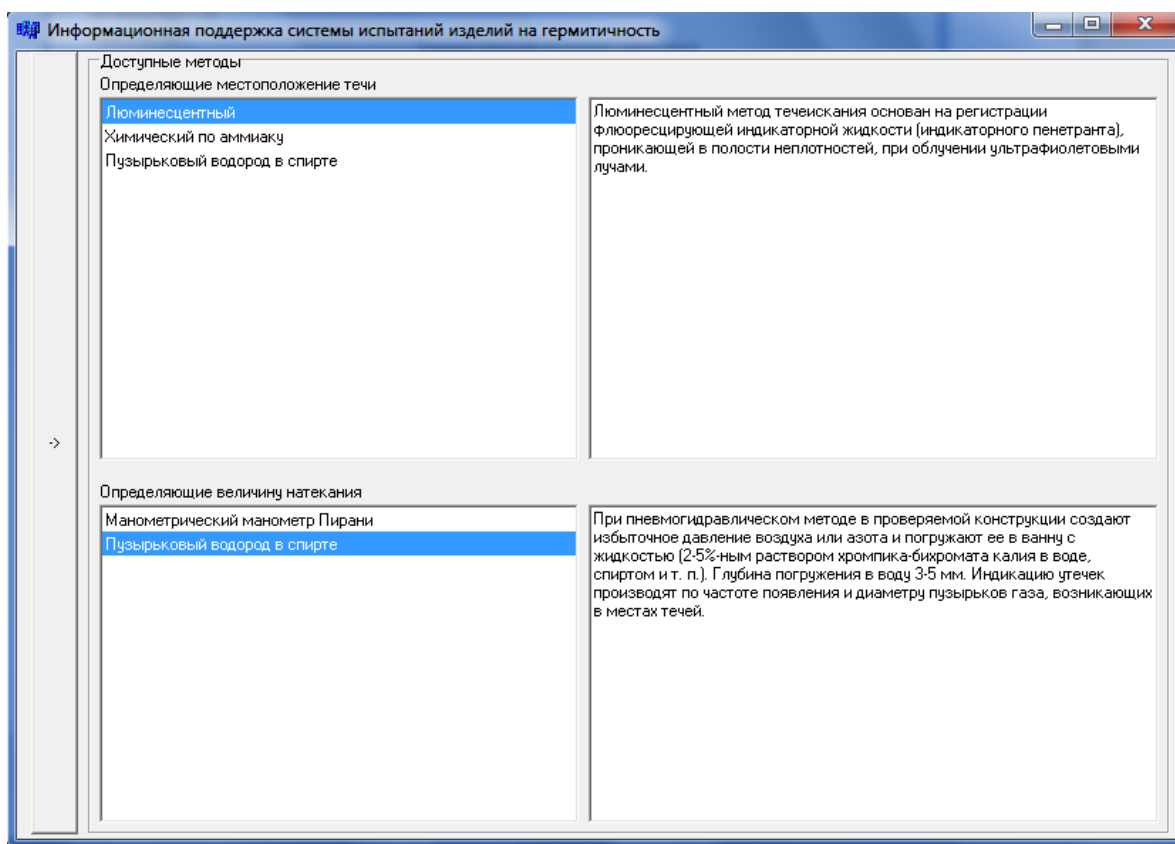


Рисунок 2. Окно программы

Список литературы

1. Крат С. А., Христич В. В. Тепловакуумная обработка КА: развитие современных тенденций // Вестник СибГАУ. – 2010. – Вып. 4 (30). – С. 123–129.
2. Тестоедов Н. А., Халиманович В. И., Лысенко Е. А. Экспериментальная обработка конструкций и механических систем космических аппаратов // Сб. науч. трудов, посвященный 50-летию создания ОАО “ИСС”. – Красноярск: ИП Суховольская Ю.П. – 2009. – 704 с.
3. Справочник по вакуумной технике и технологиям / Пер. с англ; Под ред. В.А. Романько, С.Б. Нестерова. – М.: Техносфера, 2011. – 736 с.
4. Тепловакуумная обработка современных космических аппаратов /С.А. Крат, В.И. Халиманович и др. // Материалы VIII Междунар. науч.-практич.конф. “Криогенные технологии и оборудование. Перспективы развития”. – М., 2011. – С. 43–47.
5. Методы расчета сложных вакуумных систем / Под общ. ред. С.Б. Нестерова и А.В. Бурмистрова. – М.: ОМР. ПРИНТ, 2010. – 370 с.



ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В ВООРУЖЕННЫЕ СИЛЫ

**Викулов В.Д., Пудалев Т.О., Феоктистов Д.С.,
научный руководитель доктор техн. наук Алешечкин А.М.**
Сибирский федеральный университет

С распадом Советского Союза Россия утратила свое военное превосходство. И далеко не секрет, что сегодня в наших войсках проблема надежного и эффективного управления войсками, особенно в тактическом звене, не решена [1]. Главной причиной такого положения является сложность создания непрерывной, от солдата до руководства дивизией, цепочки управления.

Управление войсками представляет собой целенаправленную деятельность командиров, штабов и других органов управления по поддержанию боевой готовности и боеспособности войск, подготовке их к бою и руководству ими при выполнении поставленных задач. От качества управления войсками всегда зависел успех боя: умелое руководство подразделениями и частями способствовало разгрому противника с наименьшими потерями и достижению победы в короткие сроки [2].

С интенсивным развитием науки и электронной вычислительной техники значительно расширились возможности и по эффективному управлению. Появление новых средств вооружения и способов ведения боевых действий вызывают рост требований к управлению войсками. Сегодня успех боевых действий определяется не только численностью войск и их оснащением, но и качеством управления ими.

В современных условиях управление войсками – сложный процесс, в котором участвуют командиры, штабы, политические органы, начальники родов войск, специальных войск и служб. Его основное содержание составляют: непрерывное добывание, сбор, изучение и обобщение данных обстановки; принятие решения; доведение задач до подчиненных войск; планирование боя; организация и поддержание непрерывного взаимодействия; организация и осуществление мероприятий по поддержанию боевой готовности и боеспособности войск, по всем видам обеспечения боя; организация системы управления, непосредственное руководство подготовкой подразделений и частей к бою, постоянный контроль за выполнением поставленных задач и оказание подчиненным необходимой помощи.

Хорошо организованное управление войсками в бою обеспечивает захват и удержание инициативы, скрытность подготовки и внезапность нанесения ударов по противнику, эффективное применение имеющихся средств поражения и полное использование боевых возможностей подразделений и частей, своевременное осуществление мероприятий по защите от ядерного, химического, высокоточного и зажигательного оружия противника. Оно позволяет в любых, даже самых сложных условиях обстановки добиваться успешного выполнения поставленных задач в установленные сроки.

Связь считается основным средством управления войсками. Командиры всех степеней и начальники штабов должны всегда иметь при себе средства связи, дающие им возможность поддерживать устойчивую связь со своими пунктами управления, подчиненными и взаимодействующими войсками, соседями и вышестоящим звеном управления.

Средства связи должны использоваться в процессе управления войсками комплексно, чтобы обеспечить надежность связи, ее своевременность, достоверность и



скрытность самого факта связи и содержания передаваемых приказов, распоряжений и различной информации в любых условиях и обстановке.

На протяжении 40 лет интерес к автоматизированным системам управления войсками (АСУВ) в мире и в нашей стране остается высоким. По некоторым оценкам, одно военно-тактическое формирование, оснащенное эффективными средствами АСУВ, равноценно трем аналогичным, не оснащенным ими. То есть одна автоматизированная бригада может успешно противостоять трем неавтоматизированным. Это достигается за счет повышения эффективности управления и информационного превосходства над противником, благодаря созданию единого информационного пространства театра военных действий [3].

Внедрение автоматизированных систем управления в войсках рассматривается как основной инструмент повышения эффективности управления силами и средствами в боевых условиях. Это обеспечивает возможность сокращения армии без снижения ее боеспособности. Сегодня автоматизированные системы управления войсками и оружием технологически представляют собой глубокую интеграцию в единую систему различных передовых разработок военной индустрии, включая современные высокопроизводительные и отказоустойчивые вычислительные комплексы, широкополосные средства радиосвязи, разведывательные и боевые беспилотные летательные аппараты, средства видеонаблюдения и целеуказания, системы идентификации «свой-чужой», электронную картографию, аппаратуру шифрования и идентификации пользователя, системы поддержки принятия решения и другие системы, как для информационного обеспечения и реализации «цифрового поля боя», так и комплексов управления огнем [3].

АСУВ должны находиться в постоянной готовности к боевой работе, использоваться комплексно и в сочетании с другими средствами управления: средствами связи и машинами управления. Необходимо принимать меры, обеспечивающие надежную работу средств автоматизации, их скрытность и живучесть.

Имеющаяся материальная база позволяет командиру, штабу и другим органам управления успешно решать большинство задач, связанных с руководством войсками в современном бою. Однако некоторые важные вопросы, например, своевременный сбор всех необходимых данных обстановки или принятие оптимальных решений в реальном масштабе времени, разрешать все сложнее. Поэтому в наиболее развитых западных государствах не прекращаются работы по дальнейшему совершенствованию средств управления войсками в бою.

В ходе боевой подготовки Вооруженных Сил Российской Федерации ежегодно проводится большое количество учений и учебных стрельб, при этом существующая система их контроля, анализа и оценки производится без использования специализированных автоматизированных средств и по большей части зависит от человеческого фактора. Замена при обучении реальной стрельбы ее имитацией на основе технологий ГЛОНАСС позволяет не только существенно сократить затраты и повысить безопасность, но и расширить возможности для обучения.

В основу будущих разработок такого рода систем могут быть положены системотехнические решения, реализованные в рамках существующих АСУВ, учесть их сильные и слабые стороны, а также актуальные проблемы, возникающие при проектировании, которые необходимо принять во внимание при дальнейших работах.

Основными задачами развития системы связи и автоматизированных систем управления Вооруженных Сил Российской Федерации являются [4]:

– приведение системы связи и комплекс средств автоматизации (КСА) в соответствие структуре системы управления;



– поддержание необходимого уровня мобилизационной и боевой готовности КСА и системы связи;

– создание и внедрение унифицированных цифровых систем, комплексов и средств связи и автоматизации управления, в том числе создаваемых по технологиям «двойного назначения», то есть телекоммуникационного оборудования, применяемого на сетях связи Единой сети электросвязи РФ, которое после определенных доработок по требованиям Минобороны России может быть использовано в войсках связи;

– использование новых способов организации управления и связи, обеспечивающих высокую эффективность боевого применения существующих и создаваемых группировок войск, в том числе и по территориальному принципу.

Бесспорно, выполнение мероприятий по наращиванию темпов оснащения войск цифровой техникой связи и КСА, обеспечит гармоничное развитие автоматизированных систем управления и соответствующих им телекоммуникационных систем

Список литературы

1 Аверьянов, Д. Причины провала отечественного АСУВ [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://vpk.name/news/79270_prichinyi_provala_otchestvennogo_asuv_stroeniya_chast_i_organizaciya_rabot.html

2 Резниченко, В.Г. Тактика [Электронный ресурс] / В.Г. Резниченко, И. Н. Воробьев, Н. Ф. Мирошниченко, Ю. С. Надиров, А. А. Сидоренко. – М.: Воениздат, 1987. – Режим доступа: <http://militera.lib.ru/science/tactic/index.html>

3 Янов, О. Система боевого управления Сухопутных войск США в звене «Бригада и ниже» Зарубежное военное обозрение №2, 2012, С.43-50

4 Малюков, В.А. Перспективы развития системы связи и АСУ Вооруженных Сил Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://federalbook.ru/files/SVAYZ/saderzhanie/Tom%2010/IV/Malyukov.pdf>



XML-ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНЫХ АЛГОРИТМОВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МУЛЬТИВЕРСИЙ

Грузенкин Д.В.

научный руководитель канд. техн. наук Кузнецов А.С.

Сибирский федеральный университет

В настоящее время, когда происходит бурное развитие информационных технологий, человек стремится автоматизировать как можно больше процессов производства и управления для облегчения своей работы и повышения её эффективности, вследствие чего, возникает всё больше и больше различных автоматизированных систем управления (АСУ) и информационно-управляющих систем (ИУС).

Упомянутые выше системы зачастую имеют сложную структуру, а также производят сложные, в том числе математические, вычисления. При этом различные АСУ и ИУС могут применяться и в таких областях науки и производства, где потери от некорректной работы какого-либо модуля системы могут привести к несоизмеримо большим потерям, к таким областям применения упомянутых систем относятся: атомная энергетика, авиастроение, космические программы и пр. Таким образом, вопрос использования мультиверсионного программного обеспечения (МВПО) для обеспечения избыточности версий моделей в целях повышения надёжности и отказоустойчивости системы является актуальным. В следствии чего, требуется разработка методов и средств, которые автоматизировали бы сам процесс создания ПО и, в первую очередь, мультиверсионного ПО.

Модуль в МВПО – это абстракция, которая подразумевает под собой некие действия, выполнение которых даёт какой-либо результат, необходимый для дальнейшей работы системы (используемый в других модулях) (рисунок 1). Различные версии одного модуля МВПО функционально эквивалентны, т.к. создаются по единой спецификации, но различными командами разработчиков, вследствие чего, вопрос создания различных версий модулей является весьма дорогостоящим, трудоёмким и долговременным. Процесс создания различных версий модулей, т.е. обеспечение диверсификации МВПО, является предметом данного исследования.

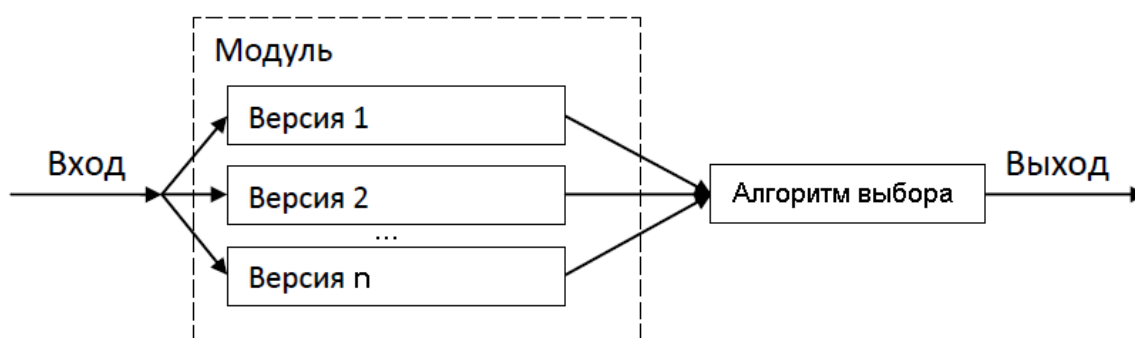


Рисунок 1. Модель мультиверсионного программирования

Основной проблемой при создании мультиверсионного программного обеспечения является низкая скорость его разработки и высокая стоимость, которые обусловлены большим объёмом работы для обеспечения надлежащего уровня

надёжности системы. Надёжность мультиверсионной системы можно представить следующим образом:

$$\max R = \prod_{i=1}^n R_i, \quad (1)$$

где R – надёжность программной системы, R_i – надёжность i -го модуля, n – число модулей в системе, $n > 1$.

Надёжность же конкретного модуля представляется следующим образом:

$$R_i = 1 - \prod_{j=1}^{m_i} (1 - R_{ij})^{X_{ij}}, \quad (2)$$

где m_i – количество версий i -го модуля, R_{ij} – надёжность j -й версии i -го модуля, X_{ij} – фиктивная переменная, которая равна 1, если j -я версии i -го модуля будет принята, иначе – 0.

Количество модулей в реальных системах, использующих методологию мультиверсионного программирования, может достигать до нескольких десятков, а порой и нескольких сотен. Таким большим объёмом работы и обусловлены дороговизна и большая продолжительность разработки мультиверсионного программного обеспечения.

В данной работе предлагается рассмотреть вариант автоматизированного создания версий модулей.

Диверсификация МВПО осуществляется на следующих уровнях:

1. Уровень алгоритмов;
2. Уровень языков программирования;
3. Уровень средств разработки;
4. Уровень средств тестирования.

Для решения задачи обеспечения диверсификации МВПО на уровне алгоритмов предлагается автоматизированная генерация кода версий модулей, реализующих одну задачу с использованием различных алгоритмов. Для описания реализуемых алгоритмов был выбран язык XML. В исследуемой работе, решается проблема создания текстового формализованного описания программного алгоритма, пригодного для дальнейшей генерации кода версий модулей МВПО.

В рамках работы над приведённой выше проблемой было принято решение использовать ГОСТ 19.701-90 для графического представления алгоритмов работы модулей. На основании данного ГОСТа было разработано XML-представление алгоритмов, которое в дальнейшем и будет применяться при генерации кода версий.

Упомянутое выше XML-представление программных алгоритмов является практически полным повторением ГОСТ 19.701-90. Благодаря чему данное представление позволяет описывать не только простые блок-схемы (с несколькими символами процесса и одним типом линий), которые наиболее часто встречаются в учебной литературе, но и блок-схемы, включающие в себя циклы, вызовы внешних (по отношению к алгоритму) функций, работу с различными носителями данных, а также объявление переменных различных типов.

Перечисленные выше особенности являются довольно полезными, т.к. зачастую написание программных алгоритмов на псевдокоде или приведение их в виде блок-схем не отражает специфики реализации данных алгоритмов в программной среде. Благодаря учёту данных особенностей реализации становится возможной ещё более глубокая формализация программных алгоритмов для последующего их использования, что является довольно значимым для генерации кода алгоритма на целевом языке программирования.



Рассмотрим пример применения описанного выше XML-представления алгоритма на практике. В качестве примера используется алгоритм сортировки прямым выбором, несколько укрупнённая блок-схема которого представлена на рисунке 2. Разумеется, в мультиверсиях модулей реальных систем производятся гораздо более сложные расчёты, алгоритм сортировки был выбран в качестве примера в целях его упрощения.

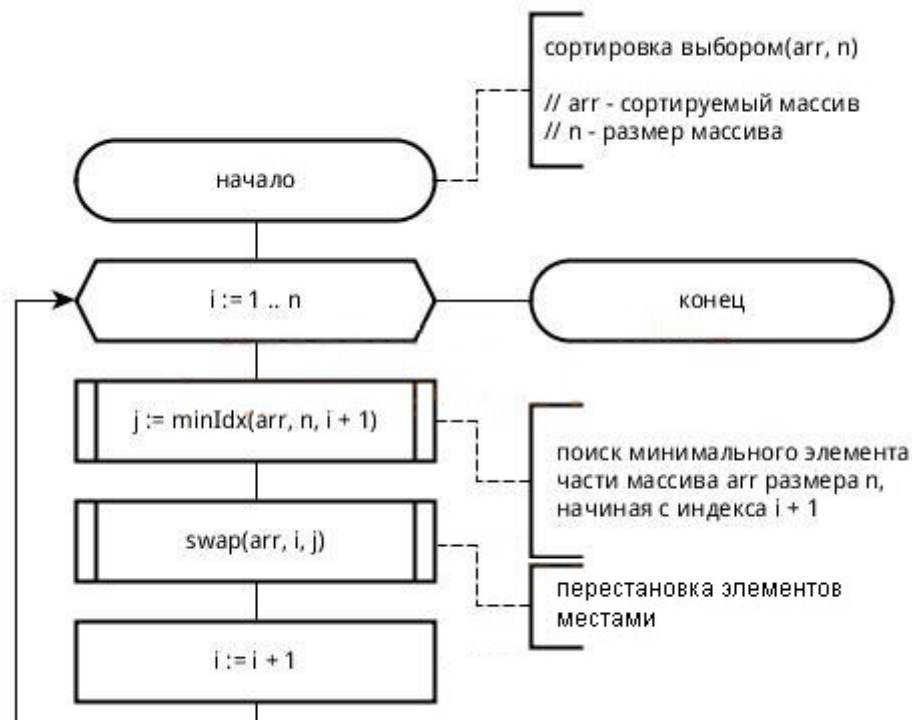


Рисунок 2. Блок-схема алгоритма сортировки прямым выбором

XML-представление данного алгоритма приведено в листинге 1.

```

<?xmlversion="1.0" encoding="UTF-8"?>
<versionid="0">
<docAuthorid="1">Gruzenkin Denis</docAuthor>
<algorithmid="2">
<algorithm_nameid="3">Алгоритм сортировки
"Простой выбор"</algorithm_name>
<terminatorid="4">Start</terminator>
<preparation_processid="5">
<modifinded_comandsid="6">
<modifinded_comandtype="array" subtype="int" id="7">arr</modifinded_comand>
<modifinded_comandtype="int" id="8">n</modifinded_comand>
<modifinded_comandtype="int" id="9">i=1</modifinded_comand>
<modifinded_comandtype="int" id="10">j=0</modifinded_comand>
</modifinded_comands>
</preparation_process>
<predefinded_processhref="main.cpp" id="11">
  
```



```

<operationsid="12">
<operationid="13">j = minIdx(arr, n, i+1)</operation>
</operations>
</predefined_process>
<predefined_processhref="main.cpp" id="14">
<operationsid="15">
<operationid="16">swap(arr, i, j)</operation>
</operations>
</predefined_process>
<processid="17">i = i + 1</process>
<resolution_precessid="18">
<parametersid="19">
<parameterid="20">i</parameter>
<parameterid="21">n</parameter>
</parameters>
<!--Знак < заменён на &lt; для исключения
неоднозначности представления символа "меньше"-->
<conditionid="22">i&lt;n</condition>
<condition_resultvalue="true" id="23">
<lineid="24">
<parentid="25">22</parent>
<childrenid="26"><child_idid="27">11</child_id></children>
</line>
</condition_result>
<condition_resultvalue="false" id="28">
<terminatorid="29">Exit</terminator>
</condition_result>
</resolution_precess>
</algorithm>
</version>

```

Листинг 1. XML-представление алгоритма сортировки прямым выбором

Код в приведённом выше листинге практически полностью повторяет графическое представление блок-схемы, за некоторым исключением. В XML-представлении при объявлении переменных определяется их тип, а при вызове внешней функции указывается ссылка на файл, содержащий данную функцию.

В перспективе планируется, как уже упоминалось выше, производить на основе XML-представления программного алгоритма генерацию кода версий модулей на целевом языке программирования. В дальнейшем предполагается возможной генерация версий модулей непосредственно по графическому представлению блок-схем, при этом XML-представление алгоритмов будут использоваться, в качестве промежуточного звена, что позволит значительно упростить разработку МВПО. Помимо прочего, также в дальнейшем планируется использовать язык UML для представления алгоритмов и структур данных версий моделей мультиверсионного программного обеспечения. Использование UML-диаграмм позволит расширить спектр целевых языков программирования за счёт расширения спектра парадигм языков программирования.



Список литературы

1. Капчинский И.А., Кузнецов А.С., Штенцель А.В. Принципы формирования мультиверсионного программного комплекса // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева Красноярск, 2008. № 1. С. 18–22.
2. Царев Р.Ю., Капулин Д.В., Завьялова О.И. Формирование топологической структуры автоматизированной системы управления космическими системами// Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева Красноярск, 2011. № 2. С. 82–86.
3. Ковалев И.В., Нургалева Ю.А., Шахматов А.В. Минимизация межмодульного интерфейса для обеспечения надежности мультиверсионного программного комплекса// Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева Красноярск, 2013 № 2. С. 35–37
4. ГОСТ 19.701-90 Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Общие положения; дата введ. 01.01.1992. М.: Государственный стандарт Союза ССР, 1990. 14 с.
5. Дэвид Хантер, Джефф Рафтер и др. XML. Базовый курс. — М.: Вильямс. Изд 4-е, 2009. — 1344 с.



АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СКЛАДСКОГО УЧЕТА ДЛЯ ДИСКРЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Дергачев К. В.

научный руководитель канд. техн. наук Капулин Д. В.

Сибирский федеральный университет

Современные производственные предприятия взяли устойчивый курс на внедрение автоматизированных информационных систем на всех уровнях управления. Предложено много стандартизированных решений для управления технологическими процессами, а также расширяемых систем для организации электронного документооборота. К автоматизированным системам, входящим в группу систем управления ресурсами предприятия и отвечающим за автоматизацию управленческого и производственного учета, относятся системы автоматизации работы складов различных уровней. Одна из проблем, связанная с автоматизацией складских процессов на уровне цехового учета, заключается в том, что распространенные складские системы ориентированы на автоматизацию крупных централизованных хранилищ, оперирующих партиями и комплектами изделий. Жизненный цикл товарно-материальной ценности (ТМЦ) в системах такого уровня заканчивается на передаче ТМЦ в цех (производственный участок), и его дальнейшим учетом занимается кладовщик. При этом, как правило, принципиально отсутствуют возможности по взаимодействию кладовых различных цехов и мониторинг оперативного состояния производства [1, 2].

Разработка и внедрение в логистический процесс предприятий систем учета и управления складскими запасами уровня подразделения (цеха) позволяет ощутимо снизить складские издержки, улучшить организацию складских процессов и повысить производительность труда как складского персонала, так и рабочих подразделений. В данной работе такие задачи были поставлены и успешно решены на предприятии АО «НПП «Радиосвязь», отличающимся дискретным характером производства, а также высоким уровнем автоматизации производственных и управленческих процессов [3, 4].

Первоначально целью разработки и внедрения системы складского учета уровня цеха являлось распространение электронного документооборота в цеха предприятия – планировался переход от бумажных карточек к автоматизированным рабочим местам (АРМ). Тем самым решались задачи обеспечения прозрачности процессов жизненного цикла ТМЦ и снабжения контролирующего инженера оперативной информацией по кладовым всех цехов основного и вспомогательного производств. В процессе реализации проекта разрабатываемая система способствовала упорядочиванию работы кладовщиков – наибольший эффект это дало при внедрении в крупных механо-сборочных и заготовительно-производственных цехах с большим потоком выдачи и возврата ТМЦ. Кроме того, система учета упростила взаимодействие между кладовщиками и материальным сектором (бухгалтерия) за счет упрощения контроля над подотчетными ТМЦ и автоматизации формирования документов по их списанию. Технологи цехов получили доступ к базе цеховой и межцеховой номенклатуре используемого в создании технологических процессов инструмента. Также в разработанной системе выразил заинтересованность отдел метрологии предприятия.

При разработке и внедрении автоматизированной системы было поставлено и решено несколько задач. Проведенный анализ предметной области внедрения автоматизированной системы и существующего порядка учета ТМЦ выявил, что широкая номенклатура используемых ТМЦ (обусловленная проектным характером



данного дискретного производства) в течение многих лет сводилась в слабо структурированную базу данных, при этом особенности хранения и обработки данных усложняли работу с позициями зарубежного производства. В связи с большим объемом базы, высокой связностью с другими системами предприятия, ее переработка не рассматривалась как допустимый вариант. Результатом работ в этом направлении стала унификация и стандартизация процесса занесения новых позиций, а также применение технологии регулярных выражений, что позволило в значительной степени решить проблему с поиском позиций в базе данных.

Анализ применяемых на предприятии средств автоматизации послужил основой для выбора стека технологий, с помощью которых осуществлялась разработка автоматизированной системы. Большинство информационных систем предприятий построено по трехуровневой схеме – автоматизированные рабочие места в цехах обращаются к серверу приложений *IIS*, на котором размещены приложения, разработанные на языке *C#* под платформу *ASP.NET Web Forms* с использованием процедурного подхода. Приложения, в свою очередь, обращаются к серверу баз данных *SQL*. Для быстрого внедрения проектируемой системы цехового учета в производство были проведены работы по поиску компромисса между удобством разработки, сопровождением и применением системы, и результат этих работ активно использовался непосредственно в процессе разработки.

Уже на начальных этапах был определен большой объем работ по расширению изначально заложенного в систему функционала, поэтому в качестве доминирующей парадигмы выбран объектно-ориентированный подход. Платформа *ASP.NET Web Forms* была значительно расширена за счет переноса функционала *HMI*-части на уровень АРМ, что было достигнуто использованием стека *JavaScript+jQuery+AJAX*. Применение шаблона *MVVM* (модель – представление – модель представления) стандартизировало и упростило процесс внесения нового функционала и исправления ошибок. Процесс разработки документировался, помимо стандартных средств, с использованием языка *UML*, который обеспечил прозрачность приложения для других разработчиков предприятия.

Изначальный проект предполагал развертку системы по схеме, приведенной на рис. 1. Кладовые цехов при этом были оснащены автоматизированными рабочими местами на базе персональных компьютеров с подключенными сканерами штрих-кодов. Все позиции ТМЦ кладовой распределены по ячейкам стеллажей, каждая ячейка снабжена биркой со штрих-кодом, показывающей, какая позиция хранится в данной ячейке.

На этапе внедрения предложенная концепция была расширена, т.к. потребовались дополнительные расходы по закупке беспроводных сканеров и реорганизация стеллажей в цеховых кладовых. Для этого на АРМ в кладовых цехах были размещены каталоги штрих-кодов и проводные сканеры штрих-кодов, а автоматизированная система дополнена возможностью допечати новых страниц при появлении новой номенклатуры.

Интерфейс разработанной информационно-управляющей системы складского цехового учета представлен на рис. 2. В нем продублирован функционал микротранзакций, кроме того, реализован функционал управления картотекой цеха, работы с более крупными транзакциями (например, передача ТМЦ в другое подразделение), ведения карточек ТМЦ и карточек рабочих с возможностью выборки по ряду критериев. Представлена возможность идентификации ТМЦ по заводскому номеру (для проверки), управление подотчетными средствами, формирование актов, отчетов, документов и таблиц, представляющих интерес для *ERP*-системы предприятия.



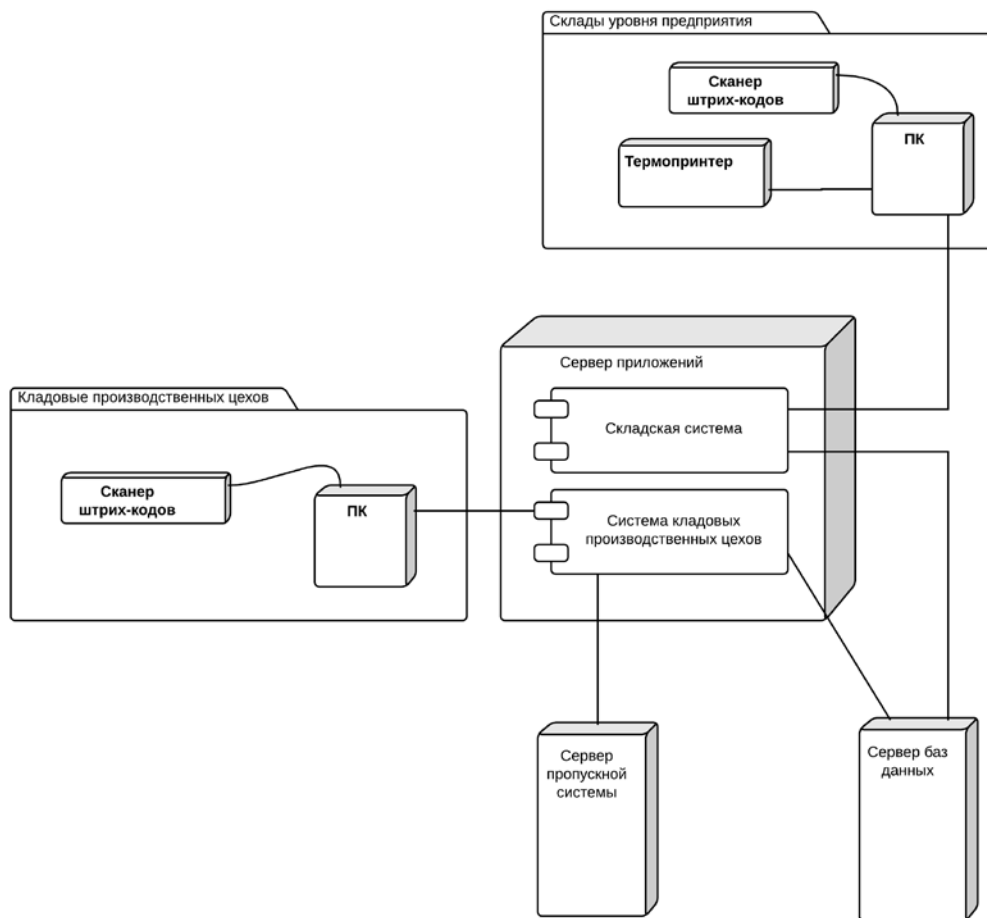


Рис. 1. Диаграмма развертывания автоматизированной системы складского учета

ОАО «НПП «Радность»
Инструмент Цех 3 (уч. 40)

КАРТОТЕКА ОТЧЕТЫ НАСТРОЙКИ ВЫХОД

Цех: Цех 3 (уч. 40) Категория: Все

Обновить Печать

Поиск

Предыдущая 1 2 3 Следующая

Отобразить 50 записей

ЦЕХ	Шифр	НАИМЕНОВАНИЕ	МАРКА	ПРОФИЛЬ	РАЗМЕР	СОРТАМЕНТ	В КЛАДОВКЕ НА РУКАХ ВСЕГО ЕИ			СТЛ	ПЛК	МСТ
Цех 3 (уч. 40)	00020229109	ФРЕЗА КОНЦ	КС20	ZCC-CT	D2	AL 3E D2	22	7	29	шт	2	306
Цех 3 (уч. 40)	00020229111	ФРЕЗА КОНЦ	КС025	ZCC-CT	D3	AL 3E D3	24	7	31	шт	2	306
Цех 3 (уч. 40)	00020229120	ФРЕЗА КОНЦ	КС08	ZCC-CT	D10	AL 3E D10	13	6	19	шт	2	306
Цех 3 (уч. 40)	00020229116	ФРЕЗА КОНЦ	КС03	ZCC-CT	D6	AL 3E D6	21	6	27	шт	2	306
Цех 3 (уч. 40)	00020229135	ФРЕЗА КОНЦ	КС05	ZCC-CT	D6	PM 4E D6	22	6	28	шт	2	305
Цех 3 (уч. 40)	00020229112	ФРЕЗА КОНЦ	КС04	ZCC-CT	D4	AL 3E D4	25	5	30	шт	2	306
Цех 3 (уч. 40)	00020229119	ФРЕЗА КОНЦ	КС06	ZCC-CT	D8	AL 3E D8	32	5	37	шт	2	306
Цех 3 (уч. 40)	00020229117	ФРЕЗА КОНЦ	КС07	ZCC-CT	D6	AL 3E D6	26	5	31	шт	2	306

Печать листа

Табельный	Фамилия	Кол-во	Измать
549	Гунятов Р.А.	2	1
692	Дрокин А.Ю.	1	
1666	Злацкий В.Ю.	1	
227	Лихачев Н.Б.	1	

Вернуть в кладовку

Списать

Цех 3 (уч. 40)	00020229110	ФРЕЗА КОНЦ		ZCC-CT	D3	AL 3E D3	29	4	33	шт	2	306
Цех 3 (уч. 40)	00020229118	ФРЕЗА КОНЦ		ZCC-CT	D8	AL 3E D8	47	3	50	шт	2	306
Цех 3 (уч. 40)	00020229113	ФРЕЗА КОНЦ		ZCC-CT	D4	AL 3E D4	27	3	30	шт	2	306
Цех 3 (уч. 40)	00020229127	ФРЕЗА КОНЦ		ZCC-CT	D6	GM 4E D6	24	3	27	шт	2	305
Цех 3 (уч. 40)	00020229123	ФРЕЗА КОНЦ		ZCC-CT	D3	GM 4E D3	29	3	32	шт	2	305

Рис. 2. Web-интерфейс автоматизированного рабочего места оператора системы складского учета



Внедрение систем складского учета на уровне инструментальных кладовых производственных цехов предприятия позволяет повысить эффективность управления товарно-материальными ценностями, устранить случаи их передвижения в обход действующих складских систем, внести прозрачность в учетные процессы, протекающие на уровне производства. Появляется возможность формировать массивы входных данных для использования в системах оперативного учета и производственного планирования предприятия, автоматизировать некоторые элементы текущих бизнес-процессов и производственных задач.

Предложенный в работе подход к разработке автоматизированной системы управления складским учетом уровня цеха апробирован на предприятии приборостроительной отрасли АО «НПП «Радиосвязь», производственные процессы которого отличаются мелкосерийным, проектным характером. В настоящее время разработанная автоматизированная система обслуживает десять цехов АО «НПП «Радиосвязь», ее основными пользователями являются кладовщики, технологи и инженер по инструменту. Значительную часть отчетности кладовщиков цехового уровня удалось перевести в формат электронных карточек, интегрированных в развернутую на предприятии *ERP*-систему. Одновременно сократились финансовые издержки, связанные с повторной закупкой имеющегося, но неучтенного инструмента, снизилась трудоемкость работы кладовщиков.

Список литературы

1. База данных о ведущих системах WMS и их разработчиках Института товародвижения и логистики Fraunhofer / Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics. URL: <http://www.warehouse-logistics.com/3/3/wms-online-selection.html> (дата обращения: 31.01.2015).
2. Безотосная, Ольга. Ключевые тенденции в разработке WMS: спрос рождает предложение / Ольга Безотосная // Логистика. – 2014. – № 8. – С. 10–13.
3. Казанцев, М. А. Интеграция автоматизированных складских комплексов в информационную систему предприятия радиоэлектронной промышленности / М. А. Казанцев, А. И. Легалов, И. В. Чемидов // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. – 2014. – Т. 7 № 2. – С. 222–228.
4. Информационная поддержка организации производства изделий радиоэлектронной аппаратуры на предприятии ОАО «НПП «Радиосвязь» / Р. Г. Галеев, В. Г. Коннов, М. А. Казанцев, С. В. Ченцов // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. – 2014. – Т. 7 № 7. – С. 758–766.



КОНТРОЛЛЕР СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ С ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Донцов О. А.

научный руководитель д. т. н., проф. Краснобаев Ю. В.

Сибирский федеральный университет

В настоящее время автономные системы электропитания (СЭП) на основе солнечных батарей (СБ) находят все большее применение как в районах, удаленных от централизованной сети энергоснабжения, так и в ряде стран, развивающих альтернативные источники энергоснабжения с целью снижения зависимости от поставок энергоносителей. Постоянное снижение стоимости солнечных элементов, происходящее последние несколько лет [1], также приводит к более интенсивному использованию солнечной энергии в СЭП.

Системы электропитания постоянного тока на основе солнечной батареи обычно включают в себя непосредственно СБ, аккумуляторную батарею (АБ), кабельную сеть и контроллер солнечной батареи. До недавнего времени функции, выполняемые контроллером СБ в наземных автономных СЭП, ограничивались регулированием потока энергии от СБ в АБ и нагрузку из условий ограничения величины зарядного тока АБ на требуемом уровне и дозаряда АБ снижающимся током при некотором заданном максимальном напряжении на АБ. В последнее время стали выпускаться контроллеры для СЭП широкого применения с функцией экстремального регулирования мощности, которые позволяют обеспечить такой режим работы СБ, при котором она генерирует максимально возможную мощность. Так как солнечная батарея имеет мощностную характеристику с явно выраженным экстремумом [2], возможно создание алгоритма управления, позволяющего изменять положение рабочей точки на мощностной характеристике СБ таким образом, чтобы она постоянно находилась в окрестности точки максимума мощности. При использовании такого алгоритма управление недоиспользование мощности СБ снижается в среднем на 15-30% [3].

В режиме экстремального регулирования СБ рабочая точка на мощностной характеристике СБ совершает колебания в окрестности точки максимальной мощности. При этом часть мощности СБ, превышающая мощность, потребляемую нагрузкой, поступает на заряд АБ. Алгоритм работы контроллера СБ в режиме поиска экстремальной мощности с фиксированным шагом приведен на рис. 1. В этом режиме контроллер постоянно формирует управляющие импульсы с коэффициентом заполнения, который изменяется пошагово в зависимости от направления поиска контроллером точки максимальной мощности. При этом контроллер считывает сигналы тока и напряжения СБ и перемножает их. Если мощность увеличилась по сравнению с запомненной на предыдущем шаге, то контроллер сохраняет текущее направление поиска точки максимальной мощности СБ. В случае, когда измеренная мощность уменьшается, происходит изменение направления движения рабочей точки по мощностной характеристике СБ.

С целью проверки разработанных алгоритмов управления реализована модель в программном пакете *MATLAB/Simulink*. Временные диаграммы работы модели контроллера СБ в режиме поиска экстремальной мощности приведены на рис. 2.



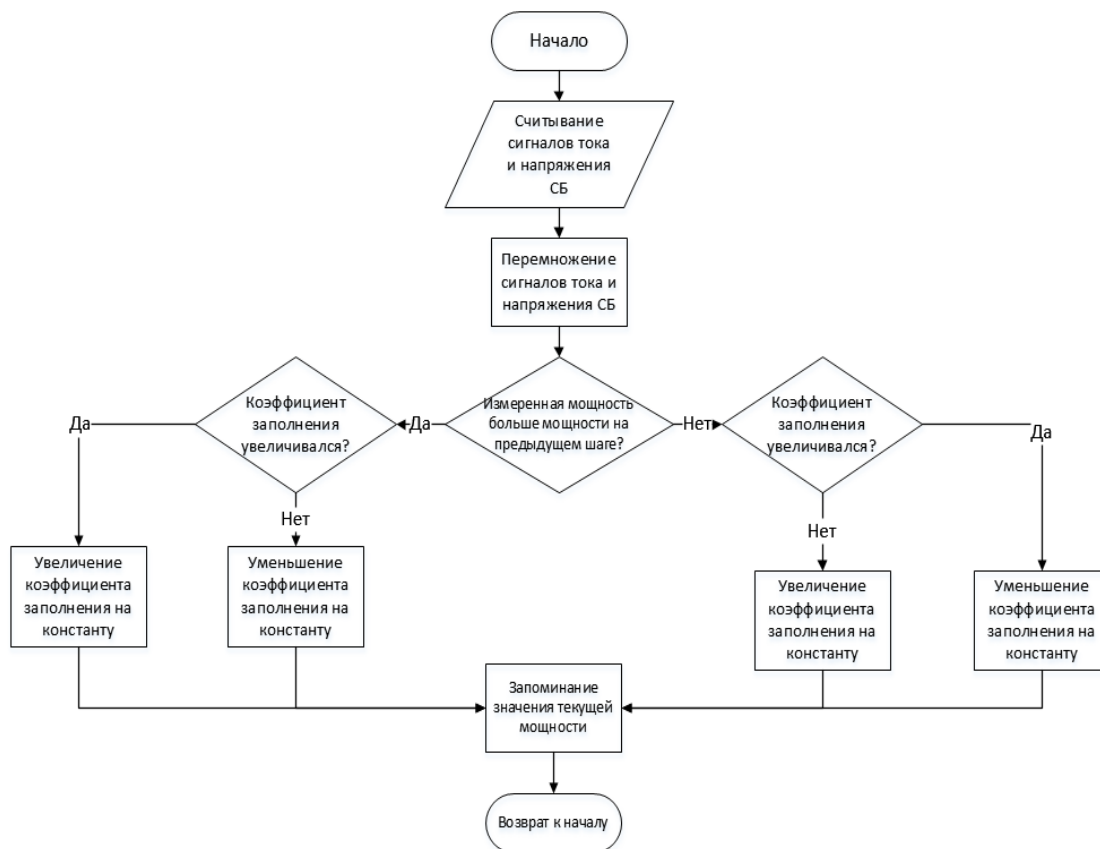


Рисунок 1. Алгоритм работы режима поиска экстремальной мощности с фиксированным шагом

Также был изготовлен макет контроллера СБ, испытания которого подтвердили полную работоспособность разработанных алгоритмов заряда АБ фиксированным током и алгоритма поиска экстремальной мощности. Неиспользование мощности СБ в результате работы алгоритма поиска экстремальной мощности составляет около 3%.

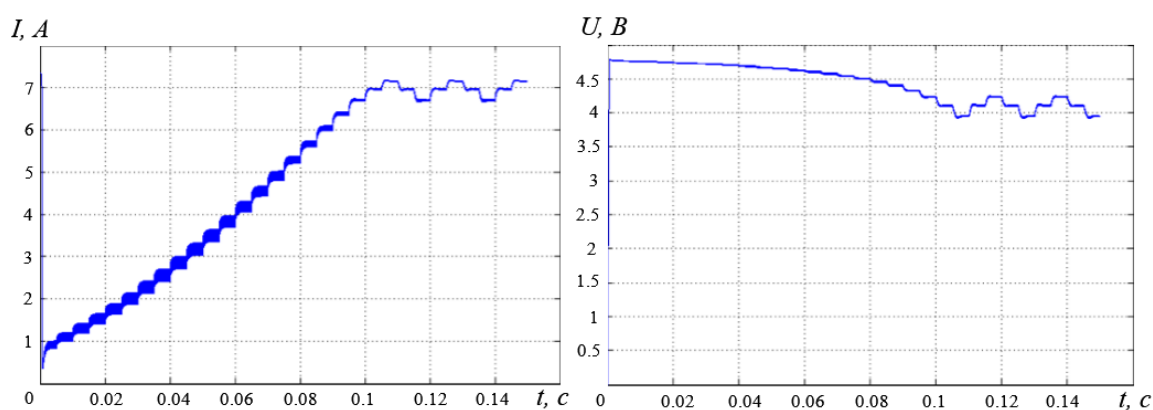


Рисунок 2. Временные диаграммы сигналов тока и напряжения СБ модели контроллера СБ в режиме поиска экстремальной мощности с фиксированным шагом

Достоинством вышеприведенного алгоритма поиска экстремальной мощности является то, что система управления осуществляет поиск и поддержание максимума мощности СБ практически при любых внешних условиях, независимо от вида и

параметров вольтамперной характеристики СБ. Основным недостатком является тот факт, что колебания положения рабочей точки относительно максимума мощности СБ приводят также к некоторому недоиспользованию мощности – чем больше шаг экстремального регулирования, тем больше величина потерь при колебаниях рабочей точки относительно точки экстремума. Решить эту проблему можно, используя алгоритм поиска с переменным шагом. Для этого была реализована математическая модель системы электропитания в программном пакете *MATLAB/Simulink*, алгоритм управления которой реализован с помощью средств теории нечетких множеств.

Алгоритм работы контроллера СБ в режиме поиска экстремальной мощности аналогичен приведенному на рис. 1 алгоритму с фиксированным шагом. Дополнительным элементом в СЭП является непосредственно контроллер на нечеткой логике, масштабирующий шаг экстремального регулятора в любом направлении поиска экстремальной мощности. В качестве входной переменной контроллера принято отношение изменения мощности к изменению напряжения за один шаг экстремального регулятора (аналог производной мощности по напряжению). Выходная функция контроллера на нечеткой логике является коэффициентом, задающим величину шага ЭР. Зависимость значения масштабирующего коэффициента от значения производной мощности по напряжению определяется набором правил, который приведен в таблице 1.

Таблица 1.

Значение dP/dV	Значение масштабирующего коэффициента
Очень низкое	Высокое
Низкое	Среднее
Среднее	Низкое
Высокое	Среднее
Очень высокое	Высокое

Использование переменного шага в работе алгоритма экстремального регулирования мощности позволяет увеличить скорость поиска экстремума и уменьшить колебания рабочей точки относительно точки максимума мощности. Временные диаграммы изменения тока и напряжения СБ приведены соответственно на рис. 3. Временная диаграмма изменения мощности СБ приведена на рис. 4.

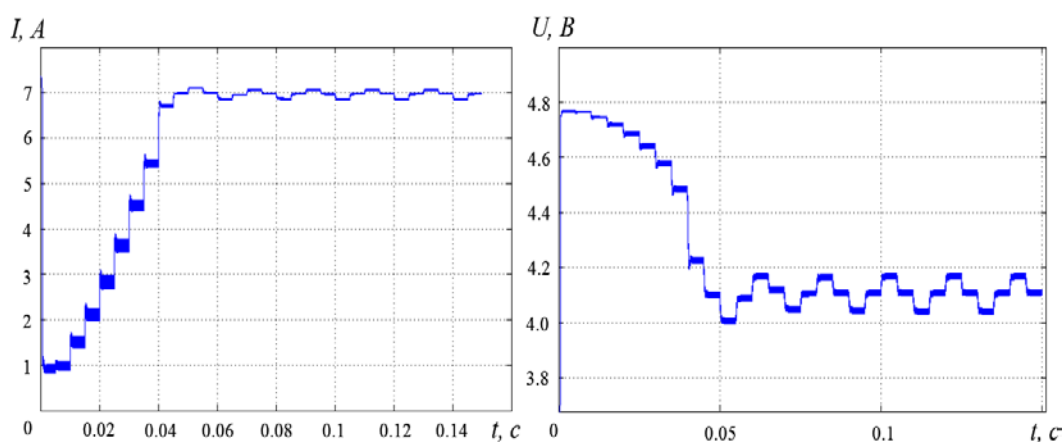


Рисунок 3. Временные диаграммы изменения тока и напряжения СБ в процессе работы алгоритма поиска экстремальной мощности контроллера СБ с переменным шагом

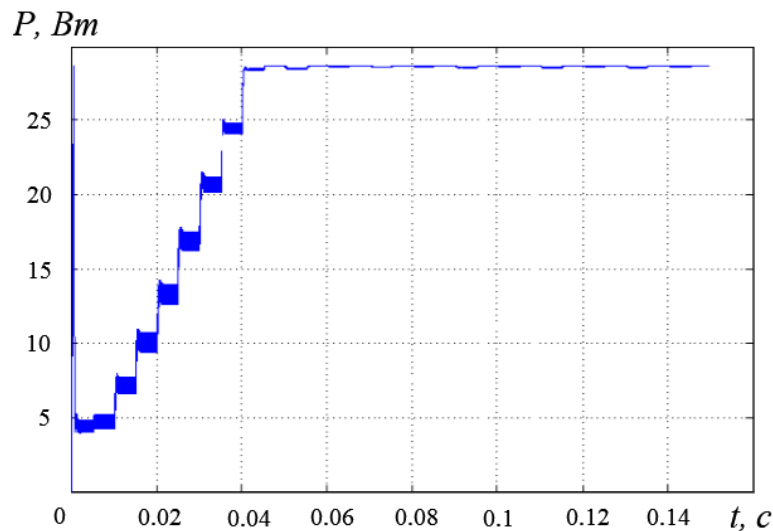


Рисунок 4. Временная диаграмма изменения мощности СБ в процессе работы алгоритма поиска экстремальной мощности контроллера СБ с переменным шагом

Анализ временных диаграмм позволяет сделать вывод о том, что время, затраченное на поиск экстремума, существенно уменьшилось (до 40 мс), как и амплитуда колебаний рабочей точки относительно точки максимума. Результаты работы модели и макета контроллера СБ показали работоспособность алгоритма заряда АБ фиксированным током, а также алгоритма режима поиска экстремальной мощности. Параметры элементов СЭП, мощность нагрузки и освещенность СБ в модели с фиксированным шагом и модели с переменным шагом приняты одинаковыми.

Сравнение эффективности работы контроллера СБ с алгоритмом поиска экстремума мощности с фиксированным шагом и с алгоритмом поиска экстремума с переменным шагом, проведенное с использованием имитационных моделей, показало снижение времени поиска экстремума на 60%, а также уменьшение недоиспользования мощности СБ с 3% до 1%. Применение алгоритмов поиска экстремума с переменным шагом может быть актуальным для мощных наземных систем электропитания и СЭП космических аппаратов. Такой результат достигается с помощью более совершенного алгоритма управления и не приводит к дополнительным затратам, связанным с совершенствованием электрической схемы системы электропитания.

Библиографические ссылки

1. Carr G. Alternative energy will no longer be alternative. URL: <http://www.economist.com/news/21566414-alternative-energy-will-no-longer-be-alternative-sunny-uplands> (дата обращения: 07.01.2015).
2. Донцов О. А. Использование экстремального регулятора в автономных системах электропитания. URL: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/thesis/s006/s006-040.pdf> (дата обращения: 26.12.2014).
3. Пост С. С., Донцов О. А., Иванчура В. И., Краснобаев Ю. В. Имитационная модель контроллера солнечной батареи. Известия Томского политехнического университета. Техника и технология в энергетике. – Томск: Томский политехн. ун-т, 2014. – С. 114-120.
4. Соустин Б. П., Иванчура В. И., Чернышев А. И., Исляев Ш. Н. Системы электропитания космических аппаратов. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма, 1994. – 318 с.





УДК 621.314

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАРЯДО-РАЗРЯДНОГО УСТРОЙСТВА АВТОНОМНОГО ОБЪЕКТА

В. В. Захаров, М. А. Карнаухов

научный руководитель, докт. техн. наук Ю. В. Краснобаев

Сибирский федеральный университет

К зарядо-разрядным устройствам (ЗРУ) в автономных системах электропитания предъявляются повышенные требования по коэффициенту полезного действия и массогабаритным характеристикам. Для повышения КПД в современных устройствах силовой электроники широко применяются силовые ключи на основе транзисторов, переключаемых при нуле напряжения (ZVS) или при нуле тока. Обеспечение возможности переключения силовых ключей при нуле напряжения или тока достигается введением в состав силового устройства специальных снабберов. Однако введение дополнительных элементов негативно сказывается на массогабаритных характеристиках и показателях надёжности работы ЗРУ. Поэтому особый интерес представляет применение в ЗРУ силовой цепи, приведенной на рисунке 1, при использовании нового алгоритма [1] её функционирования. В силовой цепи ЗРУ в составе каждого из транзисторов VT1 – VT4 пунктиром показаны паразитные антипараллельные диоды $D_1 - D_4$ и выходные ёмкости $C_{oss,1} - C_{oss,4}$. Симметрия силовой цепи позволяет передавать энергию как со стороны 1 на сторону 2, так и обратно, тем самым обеспечивая заряд и разряд АБ.

Переключение силовых транзисторов в режиме ZVS обеспечивается алгоритмом [1], который поясняется временными диаграммами, приведёнными на рисунке 2. На временных диаграммах показаны ток $i_L(t)$ дросселя L и сигналы управления $U_{y,1} - U_{y,4}$ транзисторами VT1 – VT4 для случая, когда напряжение U_1 на стороне 1 ЗРУ меньше напряжения U_2 на стороне 2 и энергия передаётся со стороны 1 на сторону 2. Переключение транзисторов в каждой из пар на стороне 1 и стороне 2 ЗРУ производится в окрестности моментов времени $t_0 - t_3$ в соответствии с сигналами управления $U_{y,1} - U_{y,4}$.

Рассмотрим переключение транзисторов в режиме ZVS на примере пары из транзисторов VT1 и VT2. На интервале времени, предшествующем моменту t_0 , ток i_L в дросселе L поддерживается на уровне $I_0 < 0$, называемом обратного тока смещения т.е. имеет направление, противоположное показанному на рисунке 1. Несколько ранее момента времени t_0 производится запирающее действие транзистора VT2. При этом на временном интервале роста сопротивления между стоком и истоком транзистора VT2 напряжение между этими электродами успевает возрасти на некоторую незначительную величину и транзистор VT2 выключается в режиме, близком к режиму ZVS. После запирающего действия транзистора VT2 часть тока i_L дросселя продолжает поступать в выходную ёмкость транзистора $C_{oss,2}$, заряжая её, а другая часть тока i_L дросселя продолжает поступать в выходную ёмкость транзистора $C_{oss,1}$, разряжая её. После разряда ёмкости $C_{oss,1}$ до нуля, начинается её заряд и при некотором напряжении менее 1 В, происходит отпирание паразитного антипараллельного диода D_1 . После чего заряд ёмкости $C_{oss,1}$ прекращается, а ток дросселя поступает на сторону 1 через диод D_1 . После чего под действием импульса управления $U_{y,1}$ происходит отпирание транзистора VT1. Поскольку при отпирании транзистора VT1 напряжение на нём равно напряжению на открытом диоде D_1 , то его отпирание происходит в режиме ZVS. Переключение пар транзисторов в окрестностях моментов времени $t_1 - t_3$ на сторонах 1 и 2 ЗРУ, производится аналогично рассмотренному выше переключению пары из транзисторов VT1 и VT2 в окрестности момента времени t_0 , т.е. в режиме ZVS или близкому к нему.



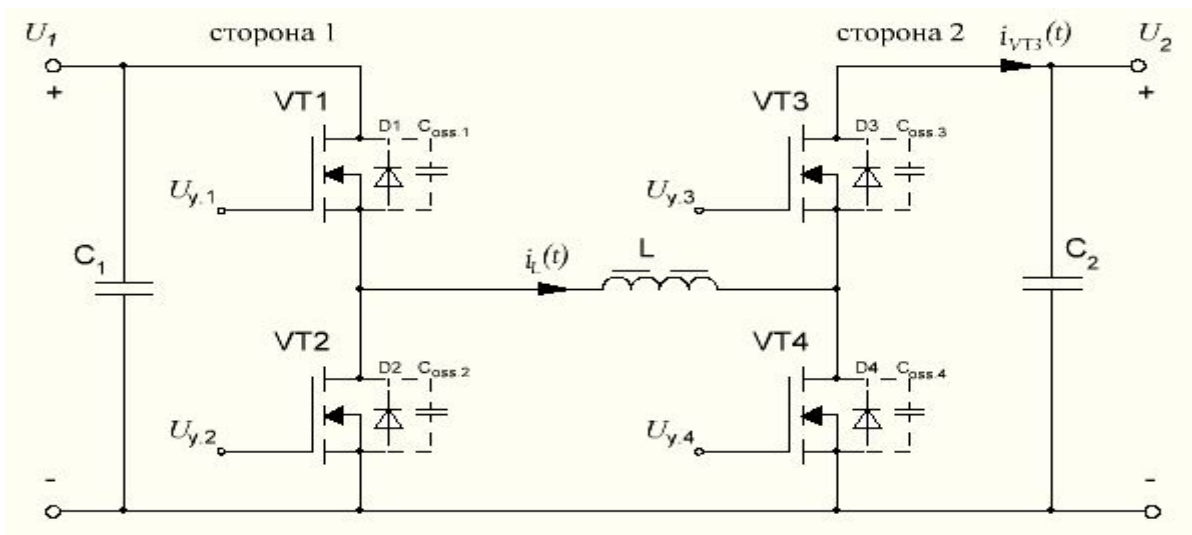


Рисунок 1. Силовая цепь ЗРУ с возможностью реверса потока мощности

В связи с новизной алгоритма [1] функционирования силовой цепи ЗРУ, в известной литературе отсутствуют методики расчёта и зависимости, позволяющие определить мощность, передаваемую со стороны 1 на сторону 2 ЗРУ, при вариации момента времени t_1 , напряжений на сторонах 1 и 2, величины индуктивности дросселя ЗРУ, частоты преобразования энергии и величины обратного тока смещения. Такие методики расчёта и зависимости необходимы при проектировании ЗРУ, а именно для расчёта величины индуктивности дросселя и для синтеза структуры и параметров устройства управления ЗРУ.

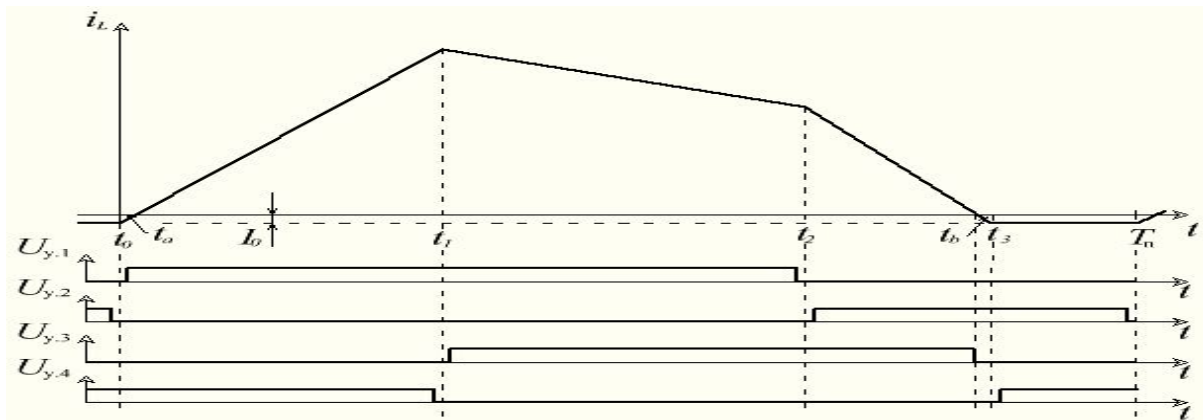


Рисунок 2. Временные диаграммы тока $i_L(t)$ дросселя L и сигналов управления $U_{y.1} - U_{y.4}$ транзисторами $VT1 - VT4$

При передаче энергии со стороны 1 на сторону 2 ток дросселя может изменяться в соответствии с временными диаграммами типа 1, приведёнными на рисунке 3 или типа 2, приведёнными на рисунке 4. Регулирование мощности передаваемой ЗРУ для случая диаграммам типа 1 осуществляется смещением момента времени t_1 переключения правой пары транзисторов. При этом зависимым от t_1 образом производится и смещением момента времени t_2 переключения левой пары транзисторов. Ток дросселя изменяется в соответствии с временными диаграммами типа 1 при значительной мощности ЗРУ. При работе ЗРУ в режимах с незначительной передаваемой мощностью Ток дросселя изменяется в соответствии с временными диаграммами типа 2. В этом случае

регулирование мощности передаваемой ЗРУ осуществляется смещением момента времени t_1 переключения правой пары транзисторов, а моменты времени t_2 и t_3 совпадают, становятся зависимым от t_1 .

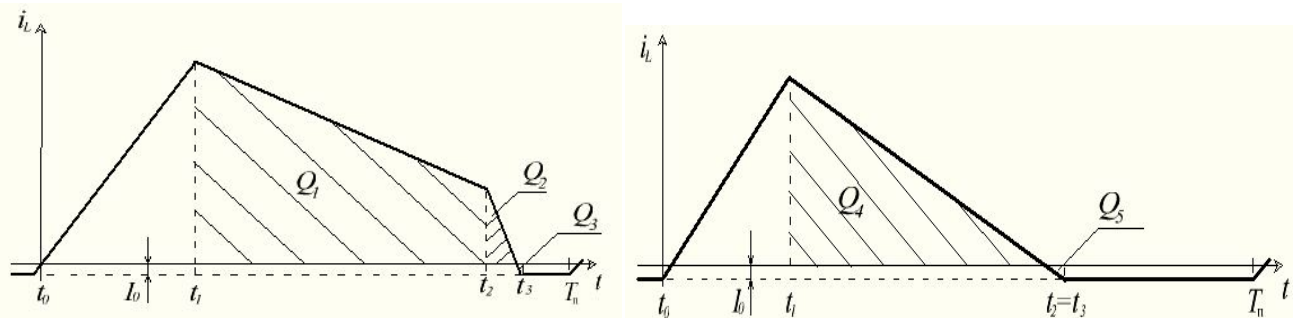


Рисунок 3. Временные диаграммы тока дросселя типа

Рассмотрим процессы в силовой цепи ЗРУ при следующих допущениях: - интервалы коммутации силовых ключей пренебрежимо малы; - напряжения U_1 и U_2 на сторонах 1 и 2 ЗРУ и период преобразования T_n неизменны; общий интервал манипуляций $t_m = t_3 - t_0 = const$; - падение напряжения на транзисторах, находящихся в проводящем состоянии, пренебрежимо мало.

Рассмотрим процессы в ЗРУ, когда ток дросселя изменяться согласно диаграммам типа 1. На интервале времени от t_0 до t_1 в проводящем состоянии находятся транзисторы VT1 и VT4. Напряжение на дросселе $U_{L,1} = U_1$, а ток дросселя возрастает со скоростью:

$$I_1' = U_{L,1} / L = U_1 / L, \quad 1)$$

где U_1 – напряжение на стороне 1 ЗРУ, а L – индуктивность дросселя.

На интервале времени от t_1 до t_2 в проводящем состоянии находятся транзисторы VT1 и VT3. Напряжение на дросселе $U_{L,2} = U_1 - U_2$, а ток дросселя изменяется со скоростью:

$$I_2' = U_{L,2} / L = (U_1 - U_2) / L, \quad 2)$$

где U_2 – напряжение на стороне 2 ЗРУ. На интервале времени от t_2 до t_3 в проводящем состоянии находятся транзисторы VT2 и VT3. Напряжение на дросселе $U_{L,3} = -U_3$, а ток дросселя спадает со скоростью:

$$I_3' = U_{L,3} / L = -U_3 / L. \quad 3)$$

Передача энергии на сторону 2 происходит на интервале времени от t_1 до t_3 . Площади фигур, обозначенные на рисунке 3 как Q_1 и Q_2 соответствуют заряду, передаваемому за период T на сторону 1. А площадь фигуры, обозначенные на рисунке 3 как Q_3 соответствуют заряду, отбираемому за период T со стороны 1. Суммарный заряд, передаваемый за период T на сторону 1 определяется [2]:

$$Q_{пер.1} = Q_1 + Q_2 - Q_3$$

В случае, когда ток дросселя изменяться в соответствии с временными диаграммами типа 2, скорости нарастания и спада тока дросселя определяются выражениями (1) и (3), соответственно. А суммарный заряд, передаваемый за период T на сторону 1, определяется:

$$Q_{пер.2} = Q_4 - Q_5$$

Средний ток I_{cp} и мощность P_2 , поступающие на сторону 2 ЗРУ определяются:

$$I_{cp} = Q_{пер.1} / T \quad \text{или} \quad I_{cp} = Q_{пер.2} / T \quad (4)$$

$$P_2 = I_{cp} U_2 \quad (5)$$

Для определения зависимости мощности P_2 от параметров силовой цепи ЗРУ и режима работы разработан алгоритм, согласно которому с использованием выражения (1) – (3) для соответствующих интервалов времени вычисляют заряды $Q_1 - Q_5$. Далее по выражениям (4) и (5) производится вычисление среднего тока I_{cp} и мощности P_2 . Вычислительные процедуры производятся при пошаговом изменении момента времени t_1 в сторону увеличения и соответствующем изменении зависимых моментов времени t_2 и t_3 . В соответствие с разработанным алгоритмом написана программа для ПЭВМ на языке С++. Исходными данными для работы программы являются: напряжения U_1, U_2 на стороне 1 и 2 соответственно, значение индуктивности L дросселя, значение обратного тока I_0 , период времени T и момент времени t_3 .

На рисунке 5 приведены зависимости мощности P_2 на выходе ЗРУ от момента времени t_1 для ряда значений индуктивности L дросселя при напряжениях $U_1=60 В, 80 В, 95 В$; $U_2=100 В$; периоде $T=20 мкс$; обратном токе $I_0=0,5 А$ и максимальном времени $t_m=19 мкс$.

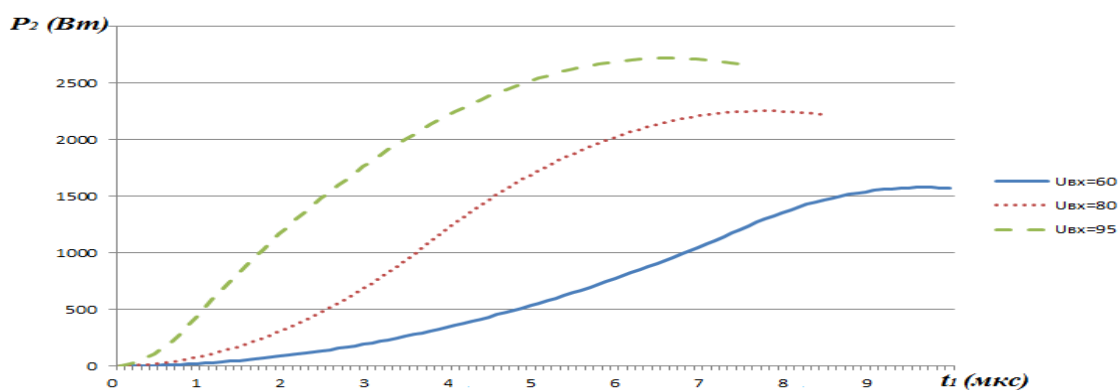


Рисунок 4. зависимости мощности P_2 от момента времени t_1 при индуктивности дросселя $L = 10,5 мкГн$.

Полученные зависимости мощности P_2 , передаваемой на выход ЗРУ, от момента времени t_1 , имеют нелинейный характер, что необходимо учитывать при синтезе структуры и параметров устройства управления ЗРУ. Кроме того, наличие максимума мощности P_2 предполагает необходимость ограничения максимального значения момента времени t_1 .

Список литературы

1. Waffler, S. and Kolar, J. W., "A novel low-loss modulation strategy for high-power bidirectional buck+boost converters," in Proc. 7th International Conference on Power Electronics ICPE '07, 22–26 Oct. 2007, pp. 889 – 894.
2. Краснобаев Ю.В., Захаров В.В., Карнаухов М.А. Анализ электромагнитных процессов в повышающе-понижающем преобразователе с возможностью реверса потока энергии и повышенным коэффициентом полезного действия. Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета. – Красноярск; Сибирский федеральный ун-т, 2014. – С. 100 – 106.



ИНТЕРАКТИВНАЯ СИСТЕМА КОНСТРУИРОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ТЕСТОВ

Камилов И.К.,

научный руководитель д-р техн. наук, проф. Броннов С. А.

Сибирский федеральный университет

В настоящее время существует тенденция повышения массовости высшего образования, в том числе в рамках бакалавриата. При этом необходимо обеспечивать снижение себестоимости обучения, которая в значительной степени определяется количеством привлекаемых преподавателей. Это возможно только при повышении уровня информатизации всего процесса обучения, и одна из тенденций современного образования заключается в широком применении средств информационных и коммуникационных технологий. Задача интеграции и повышения эффективности использования e-learning систем, как для обучения, так и для контроля знаний является все более актуальной. Такая работа ведется в институте космических и информационных технологий (ИКИТ), разрабатывается система автоматизированного управления учебным процессом. В последнее время во многих высших учебных заведениях активно применяется рейтинговая система оценки знаний студентов. Итоговая оценка студента формируется по пройденным этапам контроля, таких как, текущий, промежуточный, рубежный и итоговый. Компьютерное тестирование является удобной формой проведения рубежного и промежуточного контроля. Это позволяет существенно снизить временные затраты на проведение контроля, и получать сразу после завершения тестирования итоговые результаты, которые не зависят от субъективного мнения разных преподавателей. Таким образом, тестирование стало неотъемлемой частью процесса измерения и оценки изученности дидактических единиц, особенно при дистанционной и модульной технологиях. На сегодняшний день, работы по теории и практике тестирования позволили модернизировать тестовые системы контроля знаний. Выделяют три основных форм компьютерного тестирования, различающихся по технологии объединения заданий в тест. Первая форма является простейшей – форма представления вариантов бланкового теста с фиксированным набором заданий. Вторая – автоматизированная компоновка вариантов теста фиксированной длины из банка калиброванных заданий. И наконец, последней формой является адаптивное тестирование с генерацией адаптивных тестов варьируемой длины из банка заданий. Существует несколько типов и множество форм заданий для формирования тестовых систем, но они все являются недостаточно информативными:

- выбор одного варианта (включая вопросы типа true-false);
- выбор нескольких вариантов ответа;
- ввод ответа с помощью клавиатуры (отдельных слов или словосочетаний);
- установление правильной последовательности;
- установка соответствия (подбор правильных вариантов).

Используемые виды тестирования с простыми формами ответа не обеспечивают достаточный уровень интеллектуальной поддержки, что приводит к тому, что тесты оказываются весьма примитивными и не в полной мере способны отразить уровень освоения учащимися образовательной программы. Они в некоторой степени могут дать представление о полученных учащимися знаниях, но умения и навыки остаются за пределами тестирования – их приходится оценивать с использованием преподавателей.

Таким образом, существующие системы требуют совершенствования процесса обработки информации за счет интеллектуализации анализа и оценивания



конструируемых ответов. Повышение уровня интеллектуализации тестов позволит повысить эффективность тестирования и использовать его там, где в настоящее время приходится задействовать преподавателей. Разработка такой системы выполняется под руководством д-ра техн. наук, профессора, руководителя НУЛ САПР ИКИТ СФУ С. А. Бронова [1].

В НУЛ САПР ИКИТ СФУ была создана интерактивная система тестирования «ActiveTest», которая позволяет конструировать заданные типы схем и проверять правильность их конфигурации. Данная система предназначена для объектов, представимых в виде схем различного вида (электронные, структурные, функциональные и т.д.). Одной из важных областей применения системы является электроника. Существующие пакеты для тестирования электронных схем, такие как, Multisim, LabVIEW, Micro-Cap, программа моделирования Matlab с использованием библиотек Simulink и множество других программ направлены на моделирование систем, т. е. расчет напряжений, токов и напряжений ветвей, и др. параметров и характеристик. Упомянутые программные пакеты не умеют проверять корректность собранных схем. Но идея представления схем с помощью визуального конструктора может быть применена при создании соответствующих тестов, проверяющих корректность изображенной схемы без её расчёта.

Для этого можно использовать общий подход к изображению этих схем и сравнивать элементы на уровне связей. Основная идея таких систем заключается в том, что существует набор эталонных схем из числа изученных. Имеется так же библиотека готовых элементов, из которых тестируемый должен собрать заданную схему. После этого программа проверяет конфигурацию собранной схемы сравнением её с эталонной в шаблоне и выдает оценку.

При этом можно выделить следующие процессы: создание нового элемента, подготовку шаблонов, выполнение тестового задания (ТЗ), оценку корректности схемы. В соответствии с данными процессами были созданы следующие модули (первые три модуля реализованы в виде отдельного модульного приложения):

- Для тестирования новых типов схем могут потребоваться новые элементы с соответствующими условными графическими обозначениями, если таковые отсутствуют в библиотеке элементов системы. Для этого предназначен модуль «ModelEditor», с помощью которого пользователь сам может создать необходимый элемент в формате системы тестирования. Данный модуль позволяет создавать различные виды элементов с необходимым количеством входов и выходов (электрические элементы, элементы блок-схем и др.). Это также дает возможность пользователю отредактировать имеющийся элемент и сохранить в базе моделей.

Каждый элемент характеризуется следующими 8 параметрами: идентификатор, название, тип элемента, обозначение элемента (сокращенное название), количество входов и выходов, габарит элемента (высота, ширина), угол поворота и координаты месторасположения.

- Для конструирования теста (т. е. шаблона эталонной схемы) используется модуль «TeacherMode», позволяющий также редактировать и удалять эталонные схемы (шаблон правильно связанных элементов друг с другом). В модуле реализованы несколько алгоритмов для оценки ТЗ, возможность добавления преподавателем комментариев и подсказок, которые помогут при затруднении выполнения задания тестируемым. Данные ТЗ хранятся в формате XML, а для обеспечения конфиденциальности и целостности данных используется сертификат X.509. Используемая в программе модель политики безопасности позволяет ограничивать права пользователей в зависимости от их ролей.



К параметрам ТЗ относятся: идентификатор, автор, название предмета и раздел, название теста, содержание, время, отводимое для прохождения теста, количество элементов и их типы, количество связей, статус активности и готовности, подсказки.

- «TestMode» — модуль предназначен для выполнения тестов (формирование собственного ответа тестируемым). Выбор ТЗ может осуществляться как по указанию тестируемого (например, при изучении материала), так и случайным образом как по всему учебному курсу, так и по тематическим разделам (при контроле). При прохождении теста тестируемому доступен просмотр подсказок, сформированных преподавателем или самой системой. Перед началом тестирования пользователю необходимо выбрать ТЗ по необходимому учебному курсу и тематические модули, а также указать свои личные данные: фамилия, имя, отчество, курс, группа.

- Графическое отображение связи между элементами реализовано в «VisualLink» — модуль позволяет эффективно вычислить расположение и размер создаваемой связи. Для этого реализованы два метода: «CalculateSize» и «DrawLink». Реализован алгоритм оптимального построения связи между объектами, выбор типа линий при отображении связи. Данный модуль реализован с помощью пользовательского элемента управления.

- «TestHelper» — модуль позволяет пользователю выводить всплывающие подсказки для любого элемента страницы, а также подсказки, созданные автором ТЗ;

- «TestAnalyzer» — модуль обработки результата, который выполняет анализ сконструированного тестируемым ответа, его алгоритм представлен на рисунке 1.

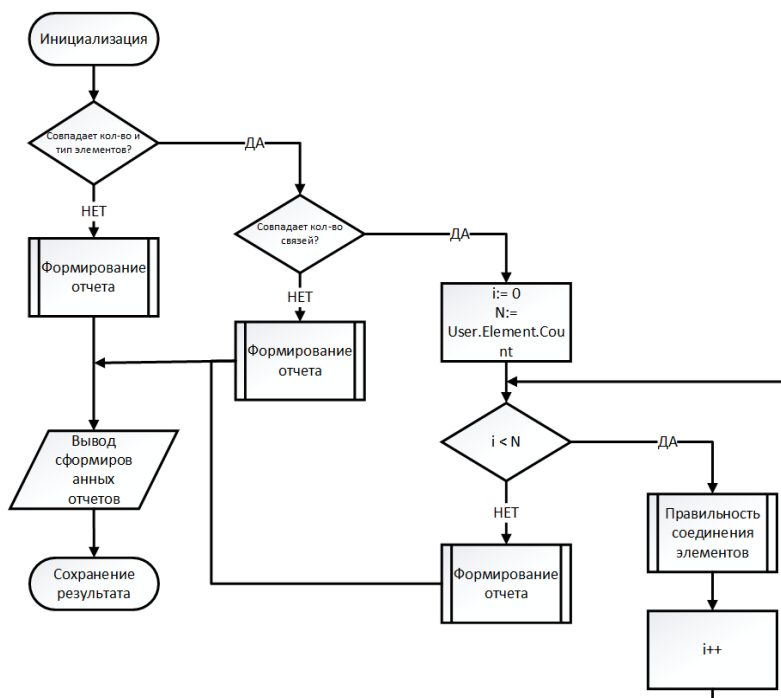


Рисунок 1. Алгоритм проверки схемы

Первым этапом является проверка идентичность количества и типа элементов эталонной и проверочной схем. При положительном исходе идет сверка количества связей. Если данные параметры совпадают с параметрами у эталонной схемы, система переходит к проверке на правильность соединения элементов между собой, в таком случае, возможны следующие варианты развития событий:

- 1) если связанные между собой элементы А и В являются реверсионными, то удаляется i-я связь, чтобы не учитывать её в дальнейшем, и происходит переход на следующую связь;

2) если первый соединенный элемент (А) является не реверсионным, будет произведена проверка, с тем ли контактом связан объект:

– при отрицательном результате прекращается проверка и формируется отчет с подсказкой о неправильно созданной связи;

– при положительном результате будет произведена аналогичная проверка второго элемента (В).

На всех этапах проверки формируются отчеты о правильности или ошибках в ответе тестируемого. Данные отчеты предоставляются пользователю с помощью модуля «TestHelper».

Система разработана на языке программирования С#, платформе .NET Framework 4.5, инструментом выбран Microsoft Visual Studio 2012, использованные технологии: windows forms, wpf, silverlight, wcf. Данный тип тестов функционирует в двух режимах: "редактор" и "студент". Структурная схема системы представлена на рисунке 2.

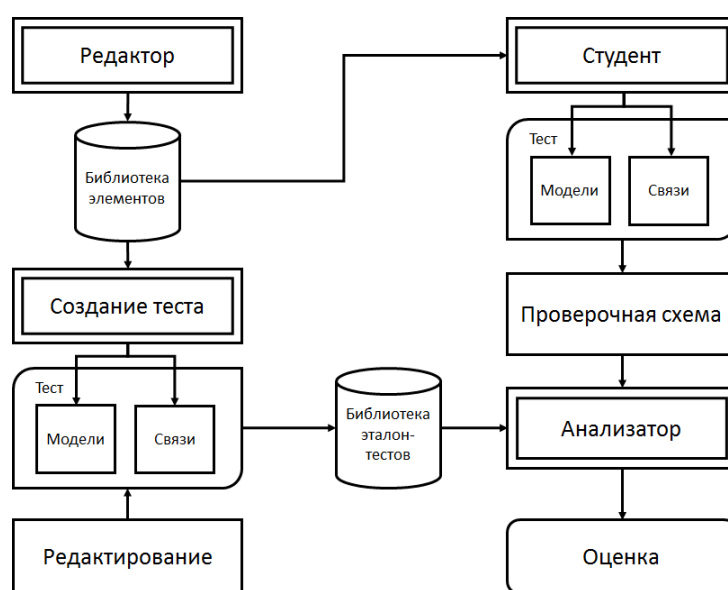


Рисунок 2. Структурная схема системы «ActiveTest»

В настоящее время разработанная программа проходит стадию апробации. В дальнейшем предполагается наполнение банка ТЗ новыми шаблонами эталонных схем, включение других дисциплин, расширение возможностей конструирования ТЗ, совершенствование метода анализа результата тестирования.

Список литературы

1 Камиллов, И. К. Методологические проблемы автоматизированного формирования образовательных программ в рамках ФГОС ВПО / С. А. Броннов, Е. А. Степанова, Ю. М. Кудрявцева, Н. С. Афонсенко, И. К. Камиллов // Современные информационные технологии и ИТ-образование : сб. избр. тр. VII Научно-практической конференции в МГУ им. М. В. Ломоносова 9—11.11.2012 / под ред. В. А. Сухомлина. — М. : ИНТУИТ.РУ, 2012. — С. 103—111. — ISBN 978-5-9556-0140-3.

2 Камиллов, И. К. Программа для создания интерактивных графических тестов // Молодежь и наука : сборник материалов IX Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных с международным участием, посвященной 385-летию со дня основания г. Красноярск [Электронный ресурс] № заказа 2394 / отв. ред. О.А. Краев. — Красноярск : Сиб. федер. ун-т., 2013. — URL: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2013/section044.html>



СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Клиновенко С.И.

научный руководитель канд. пед. наук Виденин С. А.

Сибирский федеральный университет

Как гласит всеобщая декларация прав человека, «каждый имеет право на образование... Техническое и профессиональное образование должно быть общедоступным и высшее образование должно быть одинаково доступным для всех на основе способностей каждого». Но можно ли говорить, что качество образования соответствует заявленным стандартам, и стремятся ли молодые люди к действительно качественным знаниям? Как бы не было прискорбно, но уровень сегодняшнего студента, в общей массе, катастрофичен. Уровень студентов упал и продолжает падать, наравне с этим деградирует преподавательского состава, и вся инфраструктура высшего и среднего образования. В данном случае следует цепная реакция, от меньшего к большему. Однако остаются еще «блестящие» ребята, которые хотят получать знания невзирая на все трудности. Именно эти ребята получают призовые места на олимпиадах и «борются» за свое светлое будущее, но их единицы. Почему большинство студентов перестают стремиться к знаниям? Почему столь безответственно относятся к своему бедующему?

Абитуриент, самый неоднозначный статус в наше время, ты уже не ученик, но еще и не студент. Каждый год этот социальный статус приобретают большое количество выпускников. Все они не знают, чего ждать ближайшие 3 месяца, и совершенно не представляют, как сложится их судьба. Вот вам и первая проблема сегодняшнего образования. Будущее всех абитуриентов зависит лишь от 3-4 тестов ЕГЭ, к которым каждый, желающий их успешно сдать, готовится минимум за год. И весь этот год, или больше, направлен лишь на успешную сдачу государственного экзамена, ребята не стараются получить новые знания, они попадают в замкнутую цепь подобных заданий, которые необходимо решить для получения большего количества баллов. Однако в зависимости от результатов ЕГЭ попадают не только ученики, но и преподаватели, а вместе с ними и чиновники. В качестве примера можно привести мнение руководителя общества защиты прав потребителей образовательных услуг В. Панина¹. Он говорит, что ненормально, когда от результатов теста зависит будущее ученика, зарплата учителя и финансовое спонсирование школы и ее рейтинг. Однако существующий сейчас механизм ЕГЭ невозможно усовершенствовать ввиду массовости задействованных в нем структур и людей, а также территориальной обширности страны. Он считает, что выход только один – «отвязывать» результаты ЕГЭ от возможности поступления в ВУЗ.

Предположим, что энное количество абитуриентов прошли все сложности сдачи ЕГЭ и вот они получили новый социальный статус – студент. Новоиспеченный студент радуется, что поступил именно туда, куда хотел, что его труды по сдаче ЕГЭ не прошли даром. Но тут возникает самое большое заблуждение, каждый считает, что первоначальный уровень студентов будет одинаковым. Это не так, последний год большинство первокурсников «натаскивали» себя на однотипные задания, забывая о школьной программе и саморазвитии. И именно сейчас проявляются те, «блестящие» ребята, которые на порядок превосходят своих сверстников, только потому, что не

¹Газета МК Московский комсомолец. От 1 июня 2013г.



потеряли целый год в замкнутом круге однотипных заданиях, а открывали что-то новое для себя. Вместе с этим можно отметить, что базовый уровень школы не везде одинаков, некоторым ученикам приходится начинать свое высшее образование с самых азов. Получается, что ЕГЭ не может проверить действительный уровень знаний сегодняшних выпускников. Тут возникает вопрос, как преподавателю вести себя в ситуации, где уровень студентов сильно расходится? Однако на сегодняшний день основная степень ответственности за качество лежит именно на вузах, поэтому они должны и далее развивать свои системы обеспечения качества.

Разный уровень студентов это не единственная проблема ВУЗов. Погоня за рейтингом, вот что ставит под угрозу уровень знаний и научную работу в университете. На сегодняшний день рейтинг высших учебных заведений складывается из достижений и результатов студентов и преподавателей этого вуза. Но возвращаясь к разнообразным рейтингам университетов становится очевидным, что в зависимости от показателей, различных весовых коэффициентов место университета в рейтинге может быть каким угодно. Конечно, можно задаться и таким вопросом: а зачем вообще нужен рейтинг? По мнению В.А.Садовниченко²: «... вузы не должны гоняться за рейтингами. «Когда я разговариваю со своими иностранными коллегами – ректорами университетов, которые входят в десятку мировых вузов, все они в один голос говорят, что основная задача – хорошо учить и заниматься научной работой, а место в рейтинге – это всего лишь приятно».

Некоторые университеты сегодня требуют ученых степеней и массу публикаций от своих сотрудников, но является ли это показателем компетентности преподавателя? Я считаю, что формальный метод оценки труда в науке непригоден, он может привести к серьезным ошибкам. Число публикаций – показатель не слишком объективный, потому что некоторые «строчат» в журналы ради повышенной зарплаты, а другие считают свою работу делом всей жизни.

И все-таки на какие аспекты должен опираться вуз, чтобы образование в нем считалось качественным? Во-первых, это время необходимое выпускнику для адаптации на рабочем месте в соответствии со своей специальностью, и число смежных освоение, во-вторых, количество смежных отраслей, в которых выпускник может работать без значительных затрат времени на переквалификацию и в третьих способность принимать правильные управленческие решения. Месте с этим специалист должен обладать профессиональной и этической ответственностью и широкой эрудицией, достаточной для понимания последствий принятых им решений. В соответствии именно с этими критериями образование в вузе можно считать качественными.

Что мешает современному студенту получать знания? Есть несколько основных показателей, которые выявляют не только сами студенты, но и преподаватели: лень; отсутствие желания, стимула к учебе; недостаточный материальный достаток семьи; развлечения (интернет, кино и пр.); ошибка при выборе профессии; обучение с целью получения диплома, но не получения знаний; обучение направленное на «слабого» студента; низкий культурный уровень; халатное отношение преподавателей к процессу обучения; некачественные программы, несогласованность учебных курсов; отсутствие контакта с работодателем; низкие стипендии и зарплаты. Все это непосредственно влияет на студента и на уровень образования в целом. Но многие не замечают, что интернет дает нам не только развлечения, но и большое количество источников информации, методического материала. Вместе с этим, студенты могут получить в вузе хорошее техническое оснащение, и возможность участия в конференциях, конкурсах. В

² Из деловой газеты «Взгляд» от 5 марта 2013г. Ректор МГУ имени Ломоносова Виктор Садовничий.



данном случае нельзя перекладывать всю ответственность качественного образования на вуз. Образование – это активный процесс, и в нем должна быть заинтересован как сам студент, так и общество в целом.

При анализе образовательного процесса принято использовать методы математического моделирования и системного анализа, это позволяет получить общее представление об исследуемых системах и процессах с одной стороны, с другой – детально рассматривать их выделенные части. В данном случае глобальными системными компонентами являются цели и задачи, определяющие деятельность системы; содержание обучения; научный, преподавательский и студенческий контингенты; материально-техническое обеспечение (оборудование, технические средства и т. д.); финансовые средства; среда функционирования системы; организация и управление. Перечисленные компоненты раскладываются на более простые элементы, после этого рассматривается их роль в системе, но все эти элементы направлены на одну цель, создание компетентного специалиста на выходе из образовательной системы. Однако, на сегодняшний день, не один из видов моделирования не может наиболее полно описать современное образование, потому что не одна модель не может охватить все критерии образовательного процесса т.к. существует множество входных и выходных данных. Именно поэтому появляется потребность в создании нового метода моделирования, так называемого активного метода. Используя такой метод моделирования, мы не только сможем получить общее представление о системе образования, но и смоделировать реально протекающие процессы, вместе с этим мы сможем подать на вход исследуемого объекта значения, которые бы повторяли те, которые были реализованы, начиная с 90-х годов. Это бы позволило создать реалистичную модель образовательного процесса в России, используя которую в дальнейшем при выработке сегодняшних управленческих решений можно обеспечить начало позитивного движения в сфере образования.

Оценивая уровень нынешнего образования, очевидно, что принимаемые попытки улучшить, усовершенствовать образовательный процесс, в современных условиях, не привели к желаемому результату. Все меньше остается ребят, которые стремятся к знаниям. И чем дальше, тем острее мы нуждаемся не только в моделировании образовательного процесса, но и в его корректировке, в изменение схемы образовательного процесса с целью приведения данного процесса к реальному состоянию.

Анализ образовательного процесса, базирующийся на компьютерном портрете, возможно, приведет к заключению, высказанному в книге В.И. Арнольда³: «Не требуется, однако, специальной математической теории, чтобы понять, что пренебрежение законами природы и общества (будь то закон тяготения, закон стоимости или необходимость обратной связи), падение компетентности специалистов и отсутствия личной ответственности за принимаемые решения приводит рано или поздно к катастрофе». Создание активной модели нынешнего образовательного процесса, несомненно, представляет интерес. Потому что с помощью этой модели, мы можем совершенствовать качество образования и заранее прогнозировать последствия тех или иных решений, и с помощью правильных управленческих решений мы можем начать позитивное движение в сфере образования. Это грандиозная работа, но она необходима, чтобы понять внутренние пружины, которые за последнюю треть века привели к плачевным результатам в области образования. Необходимо помнить, что главная цель поднятых выше проблем состоит в том, чтобы образовательный процесс, наука, культура составили одну из главных основ начала процветания страны.

³Арнольд В.И. Теория катастроф. М.: Наука, 1990. 127 с.



Список литературы

1. Медведев А.В. Теория непараметрических систем. Активные процессы I // Вестник СибГАУ, №4 (37). Красноярск, 2011.
2. Медведев А.В. Теория непараметрических систем. Активные процессы II // Вестник СибГАУ, №2 (42). Красноярск, 2012.
3. Арнольд В.И. Теория катастроф. М.: Наука, 1990.
4. Тарасенко Ф.П. Моделирование и феномен человека. Ч.1. Моделирование – инфраструктура взаимодействий человека с реальностью. М.: Научные технологии, 2012.



ЭЛЕМЕНТЫ УМНОГО ДОМА НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА “ARDUINO”

Кузнецов А.В.

научный руководитель Харитонов И.В.

*Коряжемский филиал Северного (Арктического) федерального университета
имени М. В. Ломоносова*

Высокие технологии постепенно приходят в обычные дома. Автоматические системы управления жилыми помещениями получают все большие возможности, возрастает их автономность, а главное растет доступность этих систем. Преимущества данных систем очевидны, и сегодня человек имеющий средние способности в программировании способен самостоятельно построить подобную систему.

Данная статья имеет цель описать реализацию нескольких элементов “Умного дома” с помощью микроконтроллера Arduino, и связь их с базой данных персонального компьютера для получения наиболее полного представления о работе жилого помещения.

Для простоты реализации было произведено разделение на следующие под задачи:

- считать показания датчиков arduino;
- занести их в базу данных;
- вывести через html интерфейс;
- составить несколько запросов с помощью которых можно провести анализ собранных данных;

Что такое Arduino?

Arduino — торговая марка аппаратно-программных средств для построения простых систем автоматики и робототехники, ориентированная на непрофессиональных пользователей. Программная часть состоит из бесплатной программной оболочки (IDE) для написания программ, их компиляции и программирования аппаратуры. Аппаратная часть представляет собой набор смонтированных печатных плат, продающихся как официальным производителем, так и сторонними производителями. Полностью открытая архитектура системы позволяет свободно копировать или дополнять линейку продукции Ардуино.

Arduino может использоваться как для создания автономных объектов автоматики, так и подключаться к программному обеспечению на компьютере через стандартные проводные и беспроводные интерфейсы.

В концепцию Ардуино не входит корпусной или монтажный конструктив. Разработчик выбирает метод установки и механической защиты плат самостоятельно. Сторонними производителями выпускаются наборы робототехнической электромеханики, ориентированной на работу совместно с платами Ардуино.

Сторонние производители выпускают широкую гамму датчиков и исполнительных устройств, подключаемых к Ардуино. Например, гироскопы, компасы, манометры, гигрометры, термометры, релейные модули, индикаторы, клавиатуры и т.п.

Создание системы разделено на 3 этапа.

Первый этап

На первом этапе были построены элементы “умного дома”. Схема представлена на рисунке 1.

В элементы входят:

- Плата Arduino;



- Датчик температуры;
- Датчик света;
- Датчик открытого/закрытого окна;
- Светодиоды;

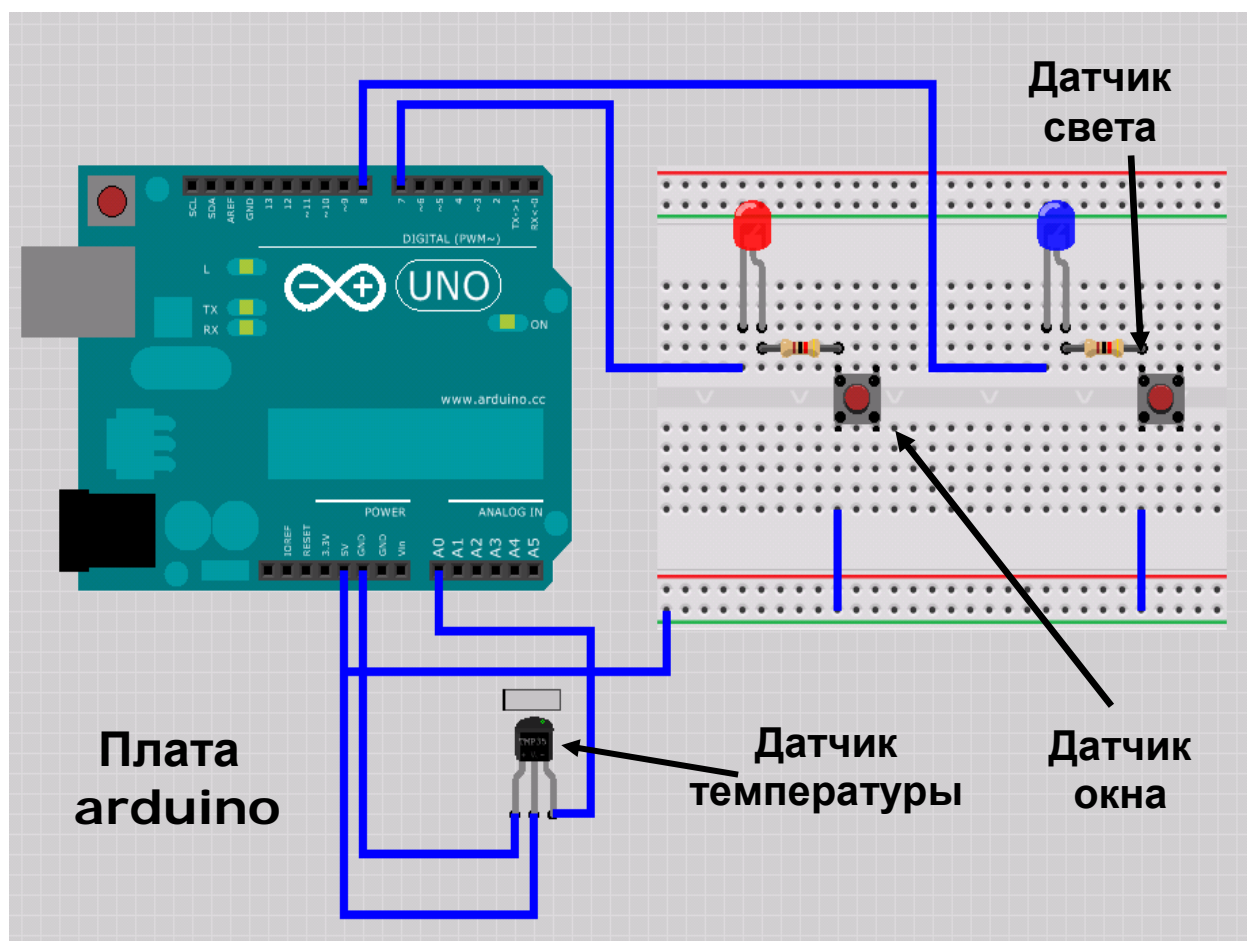


Рисунок 1. схема элементов “Умного дома”.

Второй этап

На втором этапе была создана база данных Virthome – рисунок 2. База данных состыковывалась с Arduino через программу Arduino_gw. В базу данных сохраняются данные:

- С датчика температуры в интервале 1 секунда;
- С датчиков окна и двери при изменении состояния;

Третий этап

Создан html интерфейс (рисунок 3) с помощью PHP. На интерфейс выводится информация с датчиков в графическом виде. А при нажатии на лампу выводиться таблица расходов электроэнергии на освещение.

Таким образом, была создана автоматическая система слежения за жилым помещением с удобным интерфейсом и возможностью записывать все изменения в базу данных.

Система имеет огромные возможности по увеличению функций благодаря простоте и универсальности платы Arduino.

Одно из преимуществ подобных систем это доступность.

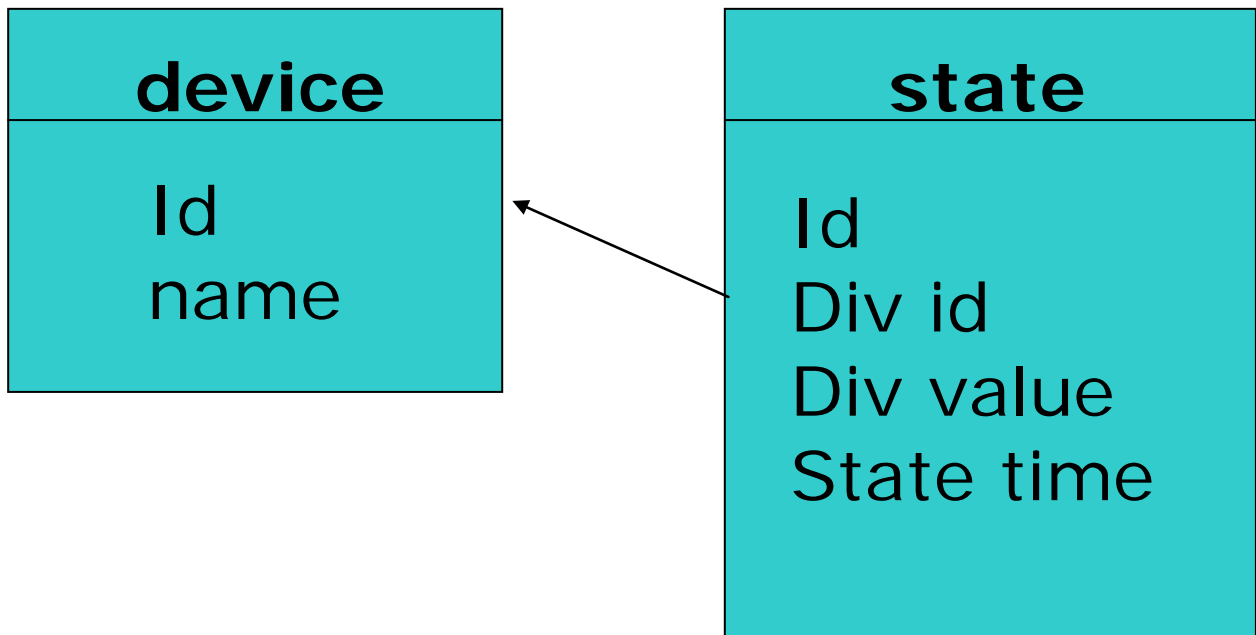


Рисунок 2. База данных Virthome.

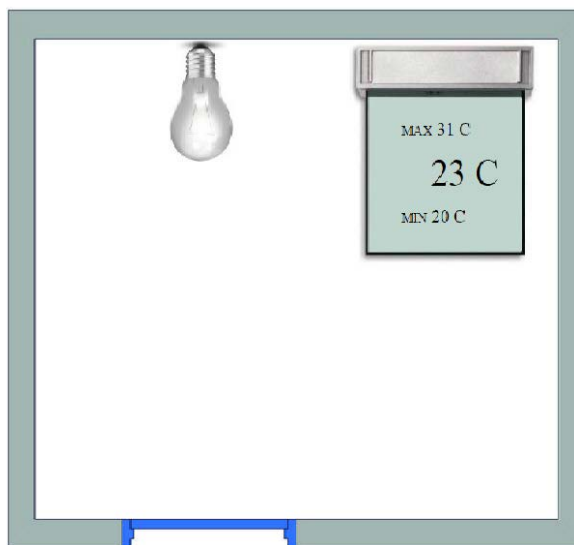


Рисунок 3. Интерфейс.

Список использованных источников

- 1 Агальцов, В.П. Базы данных. В 2-х т. Т. 2. Распределенные и удаленные базы данных: Учебник . - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 272 с.
- 2 Карпова Т.С. Базы данных: модели, разработка, реализация. - СПб.: Питер, 2011. - 304с.
- 3 Карпова, И.П. Базы данных: Учебное пособие. - СПб.: Питер, 2013. - 240 с.
- 4 Пирогов, В.Ю. Информационные системы и базы данных: организация и проектирование: Учебное пособие. - СПб.: БХВ-Петербург, 2010. - 528 с.
- 5 Советов, Б.Я. Базы данных: теория и практика: Учебник для бакалавров . - М.: Юрайт, 2013. - 463 с.



SELF-ADAPTIVE MULTI-AGENT SYSTEMS**Лиференко Алина Вадимовна****научный руководитель канд. техн. наук, доцент, Бежитский Сергей Сергеевич***Сибирский Государственный Аэрокосмический Университет
имени академика М. Ф. Решетнева*

Самоорганизация стала предметом обсуждения в вопросе о взаимосвязи между системой и ее окружением в различных дисциплинах. В течение последних десятилетий самоорганизация стала междисциплинарным понятием. Различные теоретические подходы объединяет то, что они называют любую систему самоорганизующейся, в том случае, если она в состоянии определять свою внутреннюю структуру самоизменяющейся в окружающей среде. Границы самоорганизующейся системы и ее структуры (т.е. соотношения между ее элементами) определяются не факторами окружающей среды.

Многоагентная система (Multi-agentsystem, MAS) — это система, образованная несколькими взаимодействующими интеллектуальными агентами. Многоагентные системы могут быть использованы для решения таких проблем, которые сложно или невозможно решить с помощью одного агента или монолитной системы.[1]

Многоагентные системы (MAS) включают в себя большое количество научно-исследовательских областей, играют важную роль в менеджменте цепочками поставок, транспортной логистике и сетевой маршрутизации. Координация агентов в MAS является серьезной проблемой, потому что поведение агента зависит не только от взаимодействия с их непосредственной среде, но и от поведения других агентов. MAS разрабатываются с помощью: NetLogo, VisualBots, MASON, REPAST, JADE, SemanticAgent, CogniTAO.

Управление системой – это общая проблема, которая заключается в нахождении модификации, необходимой для применения на входах для того, чтобы получить желаемые эффекты на выходах.

PID (Proportional-Integral-Derivativecontroller) - устройство в управляющем контуре с обратной связью. Используется в системах автоматического управления для формирования управляющего сигнала с целью получения необходимой точности и качества переходного процесса.[2]

Адаптивное управление - подходы на основе модели ModelPredictiveControl (MPC), способной прогнозировать поведение процесса для того, чтобы найти оптимальную схему управления.

Интеллектуальное управление объединяет подходы, которые используют методы искусственного интеллекта для улучшения существующих контроллеров.

Теория AdaptiveMulti-AgentSystems (AMAS) является основой для разработки многоагентных систем, где сотрудничество является двигателем для самоорганизации. Как совместная организация, AMAS агенты пытаются достичь своих целей, а также пытаются помочь другим агентам в достижении своих целей.

Специалисты на примере ESCHER объясняют как работает система: Наблюдение процесса (ObservingtheProcess); Представление критерий (RepresentingCriteria); Анализ состояния окружающей среды (AnalyzingtheStateoftheEnvironment); Принятие правильного решения (SelectingtheAdequateAction).

Есть несколько случаев, когда не удалось принять правильное решение:



- NoAdequateActioninSuggestions – все возможные действия уже предложили (следует принять предложение с менее плохим прогнозом) или некоторые действия не предложены (создается новый контекст с этим действием);

- EmptySuggestionsList – это происходит, когда агент должен выполнить действие, но список предложений пуст.

- WrongForecast – это происходит, если агент проверяет свои прогнозы и они оказываются не верными.

Автоматические методы калибровки полагаются на модели двигателя. Наиболее продвинутые технологии позволяют контроллеру узнать оптимальное значение в рамках собственных параметров. ESCHER имеет компонентную архитектуру.

Основные компоненты агентов:

- Восприятие - содержит методы для получения сообщений;

- Представления - хранит все данные;

- Навыки - содержит полезные методы, чтобы помочь агенту в решении проблемы;

- Поведение - содержит правила поведения агента;

- Действие - содержит методы для выполнения действий.

ESCHER имеет тип черного ящика: воспринимает только входы и выходы процесса, но не внутренние механизмы. Это свойство должно сделать ESCHER достаточно общим, чтобы легко использовать его для всех типов систем. Системы, использующие подобные типы агентов были применены к контролю температуры в биопроцессах (Videau), и в настоящее время проходит испытания в контекстах ambiant systems. [3]

Некоторые исследователи считают, что многоагентные системы можно рассматривать как игры, где агенты не имеют полной информации о других агентах. Проблема для разработчиков многоагентных систем это установление правил игры, которые помогают агентам выбрать стратегию. В теории игр для агентов выберут стратегию и учитывают их мнение о выборе друг друга (стратегический баланс).

Обучение в многоагентных системах очень тяжело. Основная проблема заключается в динамическом характере системы: стратегии, которые проигрывают другие агенты, будут постоянно меняться, так как они учатся и адаптируются в системе. Равновесие системы не должно быть равновесие по Нэшу, если агенты имеют неточные модели о предпочтениях других агентов. Открывается возможность для стратегической адаптивной игры. Рассмотрены два типа агентов: myopic-learning и strategic-learning. Определено, что нормальная форма игры демонстрирует не оптимальность myopic-learning. Обучение устраняет необходимость в общих знаниях. Это немаловажно, так как агенты, не имея начального знания, смогут приобрести его в процессе. [4]

В другом исследовании, был предложен подход, вдохновленный возможностью иммунной системы адаптироваться, способностью жить и развиваться в окружающей среде. Различные экологические особенности были представлены различными раздражителями, причем ранее они не были известны агенту. Расчеты показали возможность агентов терпеть раздражители, к которым они не были приспособлены, не было иммунитета. [5]



Библиографический ссылки

1. Многоагентная система // Материал из Википедии – свободной энциклопедии. – 05.11.2013. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Многоагентная_система.
2. ПИД-регулятор // Материал из Википедии – свободной энциклопедии. – 20.01.2015. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ПИД-регулятор>.
3. Jeremy Boes, Frederic Migeon etc. Model-free Optimization of an Engine Control Unit thanks to Self-Adaptive Multi-Agent Systems, Aboard Engineering, Toulouse, France, 2014.
4. Parkes, David C., and Lyle H. Ungar Learning and adaption in multiagent systems, University of Pennsylvania, 1997.
5. DaneshTarapor, Anders Lyhne Christensen, etc. Environment classification in multiagent systems inspired by the adaptive immune system, Institute for Systems and Robotics (ISR), Instituto Superior Tecnico (IST), Lisbon, Portugal, 2012.





УДК 519.6

ВЕРОЯТНОСТНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНСАМБЛЯ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ОЦЕНОК

Мангалова Е. С.

научный руководитель канд. техн. наук Шестернева О. В.

Сибирский государственный аэрокосмический университет им. М. Ф.

Решетнева

Введение. Большинство методов прогнозирования предоставляют исследователю точечный прогноз – некоторое лучшее значение согласно выбранному критерию качества. Однако в ряде ситуаций требуется больше информации, чем одно значение. Задача вероятностного прогнозирования состоит в предоставлении исследователю оценки распределения прогнозируемой величины.

Выделяют два подхода к вероятностному прогнозированию. Первый подход состоит в прогнозировании распределения ошибки некоторой существующей модели, позволяющей получать точечный прогноз, и добавлении оценки ошибки к точечному прогнозу. Второй подход заключается в непосредственном прогнозировании распределения прогнозируемой переменной [1].

Методы вероятностного прогнозирования могут быть также разделены на параметрические и непараметрические. При параметрическом подходе известен класс распределения прогнозируемой величины, а задача состоит в оценке его параметров по имеющимся данным. При непараметрическом подходе распределение напрямую оценивается по наблюдениям без каких-либо предположений о распределении [1].

В данной работе предлагается непараметрический алгоритм вероятностного прогнозирования.

Постановка задачи. Пусть имеется обучающая выборка $(\bar{x}_i, y_i), i = 1, 2, \dots, n, y_i$ – зависимая переменная, распределение которой необходимо прогнозировать по вектору наблюдений независимых переменных \bar{x}_i .

Пусть фиксировано $0 < a < 1$. Тогда a -квантилем распределения P называется число y такое, что

$$P(Y < y) = a.$$

Пусть $\hat{q}^a(\bar{x}_i)$ – это оценка квантиля q^a распределения, вычисленное в точке \bar{x}_i .

Точность оценки квантилей распределения может быть оценено как:

$$QS(\bar{x}_i) = \frac{1}{99} \sum_{a=0.01, 0.02, \dots, 0.99} L(\hat{q}^a(\bar{x}_i), y_i)$$

где функция L определяется как [2]

$$L(\hat{q}^a(\bar{x}_i), y_i) = \begin{cases} (1-a)(\hat{q}^a(\bar{x}_i) - y_i), & y_i < \hat{q}^a(\bar{x}_i), \\ a(y_i - \hat{q}^a(\bar{x}_i)), & otherwise, \end{cases}$$

Лучшему прогнозу соответствует наименьшее значение функции L .

Качество оценки какого-либо квантиля не влияет на качество оценки любого другого квантиля. Следовательно, задача может быть сведена к построению 99 оценок регрессии, каждая из которых минимизирует соответствующую ей функцию L . Предлагаемый в работе алгоритм основан на построении последовательности непараметрических оценок регрессии с последующей трансформацией ее в последовательность оценки квантилей распределения.

Описание алгоритма. На первом шаге строится последовательность непараметрических оценок. Поскольку 0.5-квантиль может рассматривать как



точный прогноз, получаемый посредством оптимизации *MAE*, процесс формирования последовательности начинаем с оценки 0.5-квантиля:

$$Y_{50}(\bar{x}) = \text{median} \left(y_i : \prod_{j=1}^m K(x^j, x_i^j, c^j) > 0 \right).$$

где K – ядерная функция, \bar{c} – вектор параметров размытости.

Далее отталкиваясь от оценки 0.5-квантиля строим две последовательности непараметрических оценок – верхнюю и нижнюю. Для верхней последовательности значения каждой последующей оценки во всех точках должны быть не меньше значений предыдущей оценки (для нижней последовательности необходимо потребовать обратное). Добиться этого возможно обновляя наблюдений. Процедура обновления для построения первой модели в верхней последовательности:

$$y_i^{(51)} = \begin{cases} Y_{50}(\bar{x}_i), & y_i < Y_{50}(\bar{x}_i), \\ y_i, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

Первая непараметрическая модель в верхней последовательности строится по обновленным данным следующим образом:

$$Y_{51}(\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m K(x^j, x_i^j, c^j) y_i^{(51)}}{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m K(x^j, x_i^j, c^j)}.$$

После добавления новой модели в последовательность обновляются наблюдения в обучающей выборке, затем по ним строится новая модель:

$$y_i^{(k+1)} = \begin{cases} Y_k(\bar{x}_i), & y_i^{(k)} < Y_k(\bar{x}_i), \\ y_i^{(k)}, & \text{otherwise,} \end{cases} \quad k = 51, 52, \dots, 98,$$

$$Y_{k+1}(\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m K(x^j, x_i^j, c^j) y_i^{(k+1)}}{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^m K(x^j, x_i^j, c^j)}, \quad k = 51, 52, \dots, 98.$$

Аналогичная процедура применяется и для формирования нижней последовательности: $Y_{49}(\bar{x}), \dots, Y_1(\bar{x})$.

Однако полученная последовательность оценок не является искомой последовательность оценок квантилей распределения. Требуется конвертировать последовательность непараметрических оценок в оценки квантилей прогнозируемого распределения. Оценку каждого квантиля будем искать как линейную комбинацию двух соседних оценок в ансамбле:

$$\hat{q}^a(\bar{x}_i) = Y_{k^*(a)}(\bar{x}_i) \cdot w_a^* + Y_{k^*(a)+1}(\bar{x}_i) \cdot (1 - w_a^*),$$

$$(k^*(a), w_a^*) = \arg \min_{\substack{1 \leq k < 99 \\ 0 \leq w \leq 1}} \left(\sum_{i=1}^n L(Y_k(\bar{x}_i) \cdot w + Y_{k+1}(\bar{x}_i) \cdot (1 - w), y_i) \right)$$

На рис. 1 показан пример вероятностного прогноза в форме квантилей распределения.



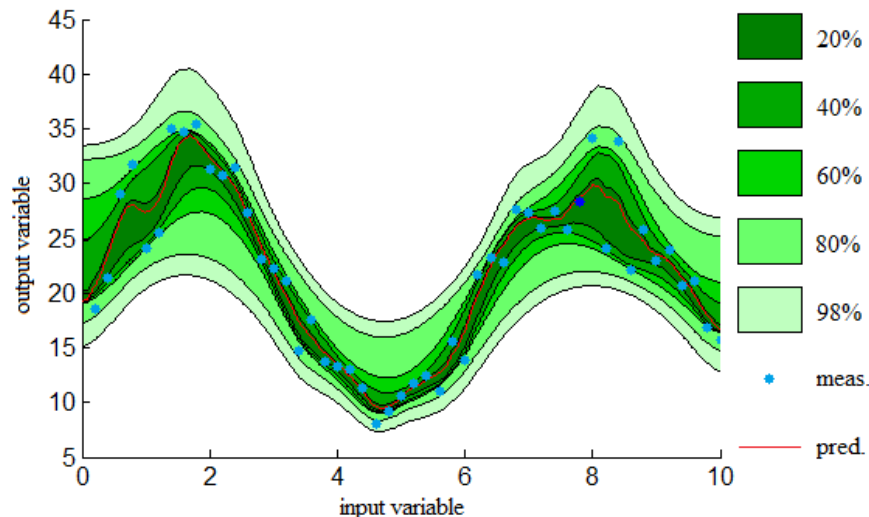


Рис. 1. Пример вероятностного прогноза в форме квантилей распределения. Точечный прогноз (красная линия) получен по измерениям (точки) с использованием непараметрической оценки Надарая-Ватсона.

Оптимизация модели. Оптимальные параметры размытости соответствуют минимуму критерия

$$QuantileScore(\bar{c}) = \sum_i \frac{1}{99} \sum_{a=0.01, 0.02, \dots, 0.99} L(\hat{q}^a(\bar{x}_i^{(i)}), y_i^{(i)}).$$

Обучающая выборка (\bar{x}_i, y_i) , $i = 1, 2, \dots, n$, делится на два подмножества $(\bar{x}_i^{<1>}, y_i^{<1>})$, $i = 1, 2, \dots, n^{<1>}$, и $(\bar{x}_i^{<2>}, y_i^{<2>})$, $i = 1, 2, \dots, n^{<2>}$. Квантили оцениваются по второму подмножеству, качество оценивается по первому.

Практическая задача. Предложенный алгоритм был применен для решения задачи вероятностного прогнозирования энергопотребления [3]. Данные из источника содержат значения энергопотребления в некотором регионе за несколько лет.

Энергопотребление непосредственно зависит от температуры воздуха, однако в момент прогнозирования мы не можем точно знать температуру в указанный период. По этой причине задача прогнозирования энергопотребления – это типичная задача вероятностного прогнозирования.

Предложенный ансамбль непараметрических оценок Надарая-Ватсона позволил финишировать в Топ 5 в соревновании [3].

Заключение. В работе предложен алгоритм оценки квантилей распределения, основанный на построении ансамбля непараметрических оценок Надарая-Ватсона. Эффективность алгоритма показана при решении практической задачи прогнозирования энергопотребления.

Список литературы

1. Juban, J., Siebert, N., Kariniotakis, G.N.: Probabilistic Short-term Wind Power Forecasting for the Optimal Management of Wind Generation, IEEE Lausanne, pp.683 – 688, 2007.
2. Vermorel, J.: Pinball Loss Function (Quantile Accuracy), <http://www.lokad.com/pinball-loss-function-definition>, 2012.
3. Global Energy Forecasting Competition 2014 Probabilistic Electric Load Forecasting, <http://www.crowdanalytix.com/contests/global-energy-forecasting-competition-2014-probabilistic-electric-load-forecasting>, 2014.



ВЫБОР СТРУКТУРЫ И ОПТИМИЗАЦИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Марков Д.М.,

научный руководитель докт. техн. наук Пашинцев В.П.

Северо-Кавказский Федеральный Университет

Современное исследовательское оборудование может генерировать очень большой объём данных, который необходимо не только обработать в режиме реального времени, но и, как правило, сохранить для последующего анализа. Также определение статистических закономерностей протекающих процессов возможно только на уже собранных данных, так как они требуют расчета характеристик на определённом наборе данных полученных за выбранный промежуток времени, что ставит непростую задачу в правильной организации хранилища данных, которое позволит получить результаты расчетов за адекватное время. Для решения такой задачи необходимо организовать правильное структурированное хранилище данных.

В качестве хранилища данных может использоваться классическая реляционная система управления базами данных или NoSQL база данных. Принципиальный выбор типа хранилища зависит от располагаемых мощностей, от выбранного программного продукта, который будет решать поставленную задачу и от имеющихся знаний по применению того или иного инструмента.

В СКФУ для исследования процессов протекающих в ионосфере был приобретён приёмник сигналов глобальных навигационных спутниковых систем GPS station-6. Для исследования мелкомасштабных неоднородностей необходимо использовать измерение псевдодальностей с высокой дискретизацией [1]. Максимально допустимая частота выдачи данных о псевдодальностях для данной модели приёмника составляет 50 Гц. Согласно данным наблюдения в среднем постоянно наблюдается около 8 спутников GPS и 8 спутников GLONASS. Некоторые спутники GPS имеют возможность передавать сигналы на трёх частотах L1, L2 и L5 (в среднем постоянно наблюдается 2-3 спутника вещающие на трёх частотах). Все спутники системы GLONASS передают сигналы на частоте L1 и L2. Таким образом, мы имеем $3 \cdot 3 + 5 \cdot 2 + 8 \cdot 2 = 35$ каналов данных, с каждого из них поступает информация с частотой 50 Гц. Итого $35 \cdot 50 = 1750$ измерений за 1 секунду, а за 60 секунд – это будет 105000. Такое число является достаточно большим для любой базы данных, так как приводит к очень интенсивной вставке данных, что ведёт к приостановке внутренних процессов обслуживания базы данных и к неизбежной деградации производительности всей системы в целом [2]. Нужно учитывать ещё факт того, что наша система планируется как постоянная и непрерывная система мониторинга ионосферы, соответственно за 1 сутки будет производиться вставка огромного числа записей (минимально 15120000 записей за 1 сутки).

Анализируя современные системы управления базами данных (СУБД) был сделан вывод о том, что требуется СУБД которая может быть в последствии перенесена с одного отдельно взятого компьютера на сервер и в будущем распределена на нескольких серверах, т.к. такой объём данных хранить на одном сервере не представляется возможным, так как современные системы хранения данных имеют ёмкость около 50 Тб, но их стоимость оценивается в несколько миллионов.

В таблице 1 приведено сравнение качественных характеристик, которые были определяющими для выбора какую СУБД использовать в качестве хранилища данных.



Таблица 1. Качественное сравнение характеристик СУБД

Характеристики	MySQL	Firebird	Microsoft SQL Server	Oracle Database	PostgreSQL
Средства репликации	+	-	+	+	+
Open-source	+	+	-	-	+
Бесплатная техническая поддержка	+	+	-	-	+
Средства масштабирования	-	-	+	+	+
Поддержка JSON, XML, ARRAY	+	-	+	+	+
Широкие возможности использования встроенного языка для написания хранимых процедур	-	-	-	+	+
Работа с большими базами данных, более 1ТБ	-	-	+	+	+

По результатам анализа современных СУБД была выбрана СУБД PostgreSQL, потому что она активно развивается и существует продукт PostgreSQL-XL, который предназначен для распределённых баз данных, который позволяет мигрировать с обычной версии на распределённую версию без серьёзных затруднений.

На следующем этапе необходимо было определить структуру будущей базы данных. База данных с одной стороны должна обеспечивать хранение данных в том виде, который удобен для последующей обработки, а с другой стороны должна обеспечивать хранения исходных данных, которые были получены с измерительного оборудования. Единственно верным решением в данной ситуации запись в базу данных только исходных значений, а дальнейшие преобразования и расчеты должны осуществляться с помощью средств самой СУБД или при помощи подключённых пользовательских библиотек, что приведёт к снижению накладных расходов по передаче данных по локальной вычислительной сети.

Также очевидно, что необходимо регистрировать время начала работы и времени окончания работы программы, потому что возможны технологические окна для обновления структуры базы данных. Таким образом, была создана исходная схема базы данных, которая представлена на рисунке 1.

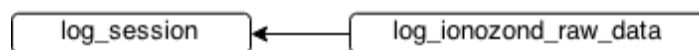


Рисунок 1. Структура базы данных для хранения исходных данных

Далее рассмотрев возможности приёмника GPStation-6, был выбран ряд логов, которые будут использоваться для проведения исследования: PSRPOS, PSRXYZ, SATXYZ2, RANGE, ISMRAWTEC, SATVIS2. Использование каждого лога данных решает свою научную или прикладную задачу. Для каждого лога должна существовать отдельная таблица, которая будет хранить данные полученные от прибора, потому что структура данных каждого лога отличается друг от друга, но также в документации [3] к приёмнику указано, что каждый лог данных имеет универсальный заголовок. Принцип нормализации данных говорит о том, что необходимо заголовки логов вынести в

отдельную таблицу. Таким образом, была получена структура таблиц, которая представлена на рисунке 2.

Полученная структура базы данных (рисунок 2) была опробована для накопления данных, и было установлено, что база данных растёт со скоростью 2,3Гб/час. Полученное значение является достаточно большим и был предпринят дополнительный анализ для определения дополнительных мест для нормализации структуры таблиц.

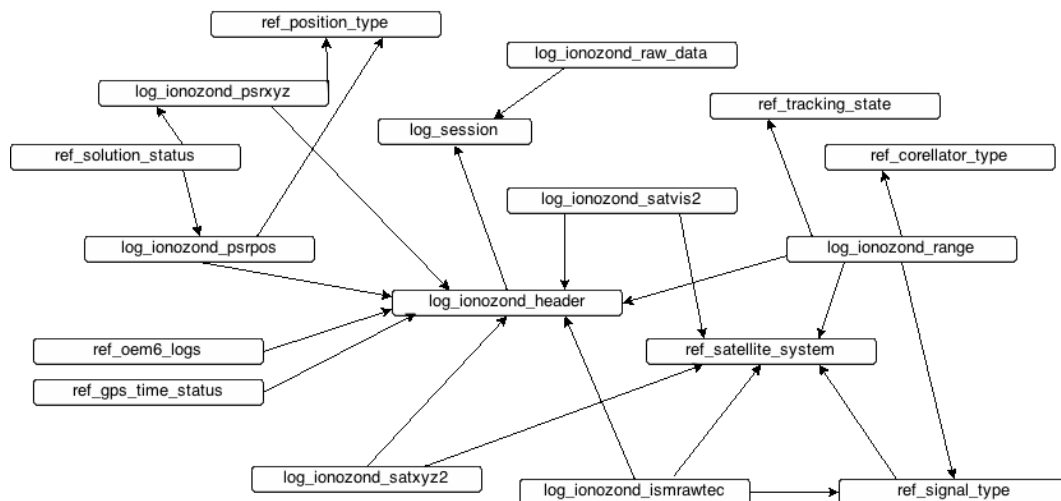


Рисунок 2. Частично нормализованная структура базы данных

При анализе таблиц PSRPOS, PSRXYZ, SATXYZ2, RANGE, ISMRAWTEC, SATVIS2, видно, что номера спутников, спутниковые системы, а также номер частоты GLONASS можно вынести в отдельную таблицу, что позволит добиться большей нормализации данных, сократить объём повторяющихся данных и сократить общий объём базы данных. Скорость роста базы данных снизилась на 10%.

Используя последнюю нормализованную структуру базы данных, был проведён эксперимент по накоплению данных, который показал, что она может быть использована в реальных условиях, но после суток работы размер базы данных составил 50Гб и время выполнения запросов на выборку данных существенно возросло. Время выполнения запроса на получение результатов измерения псевдодальности по одному спутнику по выбранному типу сигнала составило от 10 до 600 секунд. Для ускорения выборки можно использовать индексы, которые плюс в виде уменьшения времени выборки и минус в значительном увеличении занимаемого дискового пространства. Индекс, построенный по данным полученным за 24 часа, составил примерно 1/3 от объёма таблицы, что привело к дополнительному увеличению занимаемого дискового пространства, а также к увеличению нагрузки на дисковую подсистему и процессор за счёт необходимости постоянного обновления индекса.

Согласно рекомендациям по разработке больших баз данных с использованием PostgreSQL [4] было принято решение выполнить партиционирование данных, что должно было привести к ускорению выборки результатов запроса. Для партиционирования были выбраны таблицы заголовков и таблица хранения лога RANGE, т.к. эти таблицы являются самыми большими во всей базе данных. Для таблицы HEADER, признаком по которому стоит проводить разделение таблиц, является идентификатор типа сообщения, т.к. выборка данных зачастую сопровождается отбором данных определённого типа. В таблице RANGE основным ключом, по

которому можно произвести разделение является идентификатор спутника и измерения, проводимые на конкретном типе сигнала. В результате была получена структура базы данных, представленная на рисунке 3. Представленная на рисунке 3 партицированная структура базы данных и позволила сократить время выборки данных для расчета ПЭС по одному спутнику для двух заданных частот в более чем 10 раз. Время выборки различных данных по одному или нескольким спутникам существенно сократилось и стало более стабильным, так как система управления базами данных получила возможность производить внутренние операции на подтаблицах, которые поддерживают производительность базы данных на нужном уровне.

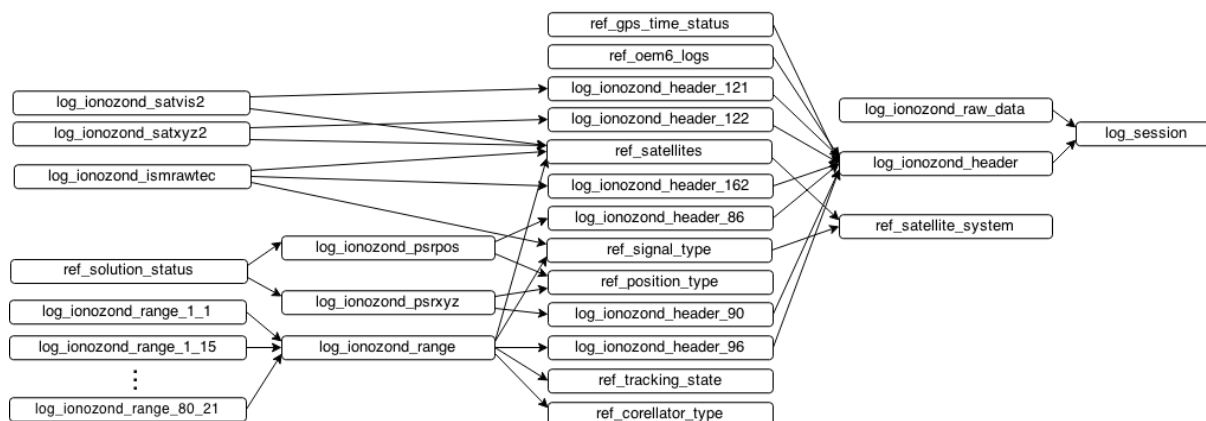


Рисунок 3. Нормализованная и партицированная структура базы данных

Таким образом, можно сделать следующие выводы по организации базы данных для хранения и обработки результатов измерений исследовательского оборудования:

1. Необходимо использовать современные системы управления базами данных.
2. Необходимо сокращать накладные расходы на передачу данных по локальной вычислительной сети, для того чтобы повысить общую производительность обработки данных.
3. Необходимо придерживаться принципов нормализации базы данных, для того, чтобы сократить общий размер базы данных.
4. Необходимо использовать разделение хранимых данных по какому либо признаку, для того чтобы уменьшить размер отдельных таблиц базы данных, что увеличит скорость доступа к запрашиваемой информации и снизит нагрузку на вычислительные ресурсы системы.

Список литературы

1. Lars Dyrud, AleksandarJovancevic, SumanGanguly – Mm Level Precision in Ionospheric GPS Measurement, 2007.
2. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. Вильямс, 2006. 1328 с.
3. OEM6® Family Firmware Reference Manual, [Канада, 2014]. URL: <http://www.novatel.com/assets/Documents/Manuals/om-20000129.pdf>
4. Васильев А.Ю. – Работа с PostgreSQL: настройка и масштабирование



ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕЦИЗИОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Мищенко Д. Д., Есин Р. В., Броннов С. А.
научный руководитель д-р техн. наук Броннов С. А.
ФГАОУ ВПО Сибирский федеральный университет

Разработка и исследование прецизионных электроприводов для космических аппаратов и систем поворота антенн и солнечных батарей является сложной и в то же время актуальной задачей. Одним из этапов проектирования таких электроприводов является моделирование. Сложность моделирования таких систем обусловлена прежде всего требованием прецизионных, очень детализированных моделей и соответственно очень малого шага итераций. Также электроприводы такого типа имеют обратные связи по углу, скорости, току и другие. В таких системах время моделирования растёт катастрофически, и каждый переходный процесс рассчитывается по несколько часов, а в некоторых случаях расчёты вообще становятся невозможными.

Обычно, моделирование представляет собой численное решение систем алгебро-дифференциальных уравнений, включая элементы логического выбора. При каждом шаге численного интегрирования возможно численное решение алгебраических уравнений, некоторые матричные преобразования и другие операции. Это приводит к увеличению времени расчетов. Таким образом, возникает противоречие между точностью и скоростью вычислений: при использовании детальных моделей, которые обеспечивают повышение точности и время расчетов существенно увеличивается. При использовании более простых моделей время вычислений уменьшается, но при этом уменьшается и точность. Таким образом, повышение точности расчётов за счёт детализации моделей приводит к лавинообразному росту времени моделирования.

Для разрешения этого противоречия между точностью и продолжительностью вычислений применяют два основных подхода:

1. Используются методы с автоматическим выбором шага, в этом случае программа сама старается подобрать наибольший шаг расчётов и в то же время наименьшую длительность вычислений при заданной погрешности.

2. Организуют параллельные вычисления, в том числе с применением суперкомпьютеров.

Оба эти подхода дают некоторый результат, но не всегда достаточный для практики. В научно-учебной лаборатории систем автоматизированного проектирования Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета разрабатывается новый подход, основанный на использовании системы моделирования с переменной структурой. Его можно рассмотреть на примере прецизионного электропривода для антенной установки (рис. 1 [1, 2]).

Электропривод содержит ряд блоков, связанных между собой: двигатель, источник электропитания, механическая нагрузка, блок датчиков и регулятор. Целью моделирования является исследование переходных характеристик электропривода при изменении положения антенны. Их можно разбить на отдельные зоны: пуск, слежение за изменением входного сигнала, позиционирование в нужном месте и др. В режиме пуска цель моделирования — определение работоспособности прецизионной системы или его пусковых характеристик. Требования по точности моделирования невысоки, а изменения всех электрических переменных значительные. При пуске на заданную скорость изменения механических переменных значительно, а при пуске в режиме



стояния изменения механических переменных незначительны. В режиме изменения скорости или угла поворота электрические начальные условия ненулевые. Цели моделирования могут быть различными: исследование изменений токов в обмотках двигателя; исследование отклонений угла поворота или скорости, исследование отдельных сигналов в соответствующих элементах системы управления и др. В этом случае возможны различные требования к воспроизведению деталей процессов, т. е. требуется различный масштаб моделирования [3].

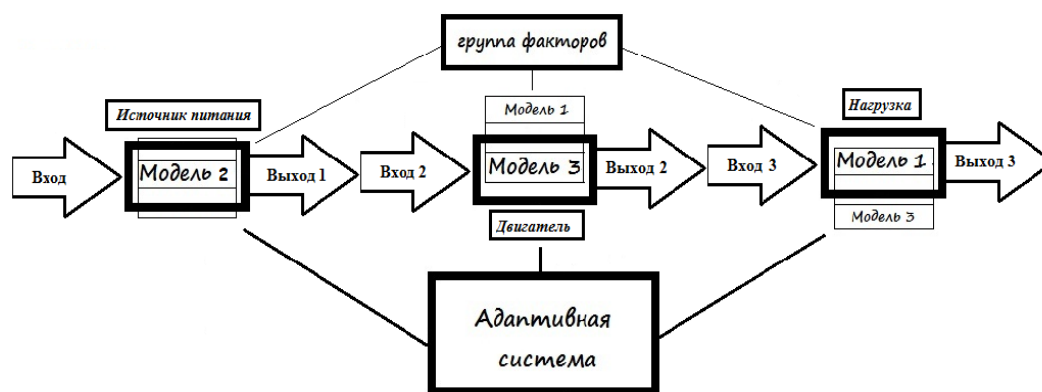


Рис. 1. Состав электромеханической системы

Известно, что на разных участках переходной характеристики могут быть востребованы модели с разной степенью детализации. Например, при включении и разгоне допустимы довольно грубые модели, а при подходе к точке позиционирования могут потребоваться более детальные модели датчика.

При моделировании объекта его обычно структурируют, т. е. разделяют на отдельные блоки. Для электропривода системы поворота антенн, например, это — двигатель, источник питания, датчик угла поворота, блок управления, механическая нагрузка. Для каждого блока разрабатывается своя модель (рис. 2) [6]. Затем они все автоматически объединяются системой моделирования и рассчитываются как единое целое.

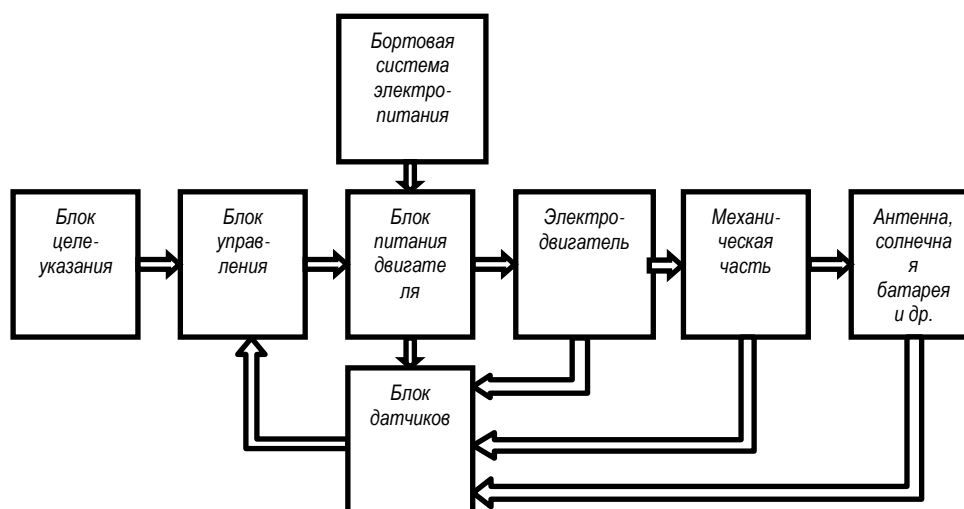


Рис. 2. Электропривода системы поворота антенн КА

В процессе моделирования эти модели автоматически заменяются системой таким образом, чтобы каждый раз возникала оптимальная конфигурация модели по сочетанию "погрешность–время счёта". Работа такой системы была проверена при ручном переключении моделей и это доказало свою эффективность.

В настоящее время необходимо реализовать автоматическое переключение моделей. При этом в ряде случаев необходимо менять и методы расчётов — в зависимости от выбранной модели. Для дифференциальных уравнений — это численные методы интегрирования, для алгебраических уравнений — это численное решение алгебраических уравнений и т.д. В результате получается система моделирования с переменной структурой.

Так погрешность позиционирования электроприводов составляет доли угловых минут, т.е. менее $1/360=0,0028=0,2\%$. [4], [5]. Погрешность обычных моделей составляет в лучшем случае 5%. Расчёт по таким моделям выполняется в приемлемое время — десятки минут. При переходе к моделям на уровне погрешности 0,2% расчёты длятся по несколько часов и даже суток. Существующие способы решения этой проблемы:

- 1) установка на материнскую плату компьютера многоядерного процессора или/и нескольких процессоров;
- 2) вынесение части вычислений на видеокарты;
- 3) построение суперкомпьютеров;
- 4) объединение нескольких компьютеров в вычислительную сеть.

Но дать суперкомпьютер каждому научному коллективу невозможно, так как это существенно увеличит себестоимость проектирования. Одним из способов повышения скорости вычислений является использование параллельных алгоритмов. Так методы Рунге-Кутты для решения ОДУ и их систем являются многошаговыми и распараллелить такие алгоритмы в общем случае не удастся. Имеются лишь отдельные примеры их распараллеливания для специальных видов правых частей уравнений при решении ряда прикладных задач. Более благоприятная ситуация имеет место при решении жестких систем ОДУ с помощью неявных разностных схем, когда используются операции умножения матрицы на вектор и обращение матриц. Поэтому здесь для написания параллельных программ можно использовать методы распараллеливания соответствующих задач линейной алгебры. При необходимости в решении системы линейных алгебраических уравнений с трехдиагональной матрицей можно использовать алгоритмы распараллеливания прогонки. Наиболее эффективным является метод встречных прогонок, требующий использования двух процессоров. Таким образом, не все вычислительные процессы можно распараллелить.

Система моделирования с переменной структурой может быть разработана в виде самостоятельного программного продукта, но более целесообразно использовать возможности уже существующих программ, например, MatLab. В MatLab есть необходимые структурные составляющие для создания системы моделирования с переменной структурой, математические библиотеки методов для численных расчетов и возможности супервизорного управления. Simulink является прекрасной основой для создания системы моделирования, имея различные наработки для создания моделей, а также возможность создания своих собственных библиотек и блоков.

Предполагаемая научная новизна:

- 1) реализация математической модели системы моделирования как объекта управления (такие модели отсутствуют, а на практике применяют только модели объектов моделирования);



2) разработка алгоритмов сопряжения моделей после реконфигурирования структуры модели объекта (в настоящее время могут появляться или исчезать отдельные блоки, в данном случае блоки всегда имеются, но модели у них разные);

3) разработка алгоритмов выбора конфигурации модели объекта и соответствующего комплекса методов расчёта (в настоящее время такие процессы на рассматриваются, поэтому и алгоритмы отсутствуют).

Список использованной литературы

1. Бронов С. А., Курбатов Е. М., Авласко П. В., Поваляев В. А. Электромеханические системы космических аппаратов и автоматизация их проектирования // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies 2 – Красноярск, 2012. – С.191-204

2. Бронов С. А., Овсянников В. И., Соустин Б. П. Регулируемые электроприводы переменного тока. Красноярск: КГТУ, 1998.

3. Мищенко Д. Д. Построение системы моделирования прецизионных систем / Д. Д. Мищенко // Технические науки: традиции и инновации — Челябинск: Два комсомольца, 2013. — С. 6-8.

4. Курбатов Е. М., Лянсбург В. П., Бронов С. А. // Информатика и системы управления : сб. науч. тр. Красноярск, 2002. Вып. 8. С. 87—94.

5. Калинович С. Н., Курбатов Е. М. // Информатика и системы управления : сб. науч. тр. Красноярск, 2002. Вып. 7. С. 147—149.

6. Бронов С. А., Курбатов Е. М., Авласко П. В., Поваляев В. А. Система моделирования с переменной структурой для прецизионных динамических систем // Журнал Сибирского федерального университета. – 2014. – № 7 (7). – С. 797–810.



МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ ИНДУКТОРНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ

Никитин Р.М., Алфимов Д.Е.
научный руководитель Авласко П.В.
Сибирский федеральный университет

Для целей исследования характеристик конкретных экземпляров индукторных двигателей двойного питания (ИДДП) и способов управления ими [1,2] в НУЛ САПР ИКИТ СФУ создан программно-аппаратный комплекс, в состав которого входит объект исследования (индукторный электропривод двойного питания, включающий ИДДП, цифровой датчик углового положения, датчики тока, силовые модули инверторов, механическую нагрузку) и аппаратура компании National Instruments (NI) [3]. В качестве рабочего места оператора используется ПК, соединённый с платформой NI PXI-1042 посредством Ethernet соединения.

Данный программно-аппаратный комплекс позволяет задавать параметры режима работы двигателя, такие как, частоты, амплитуды и фазовые сдвиги питающих напряжений согласно разработанным способам управления для электроприводов с двигателем двойного питания (ДДП), проводить эксперименты по управлению электроприводом с ДДП (в данном случае ИДДП), исследовать переходные процессы в электромеханических системах с ДДП, а также оперативно анализировать данные, полученные в результате экспериментов.

Для практического применения электропривода с ИДДП и использования предлагаемых способов управления необходимо использовать систему управления на базе встраиваемых микроконтроллеров (МК). Современные МК обладают достаточной производительностью, имеют низкое энергопотребление, и могут быть изготовлены в радиационнотойком исполнении, что является важным при проектировании ответственных установок, таких как космические аппараты. Одним из перспективных направлений применения электроприводов с ДДП являются спутниковые системы, в частности системы поворота антенн и солнечных батарей.

Для решения задачи реализации управления ИДДП с помощью встраиваемых МК были выбраны МК семейства STM32 компании STMicroelectronics. Для управления ИДДП требуется формировать синусоидальные токи в двух трёхфазных обмотках ИДДП. Это возможно при использовании широтно-импульсной модуляции (ШИМ).

В общем случае исходный период огибающей синуса делится на n частей, каждая из которых представлена одним импульсом ШИМ с коэффициентом заполнения, пропорциональным амплитуде синуса, взятой на середине данного участка (рисунок 1).

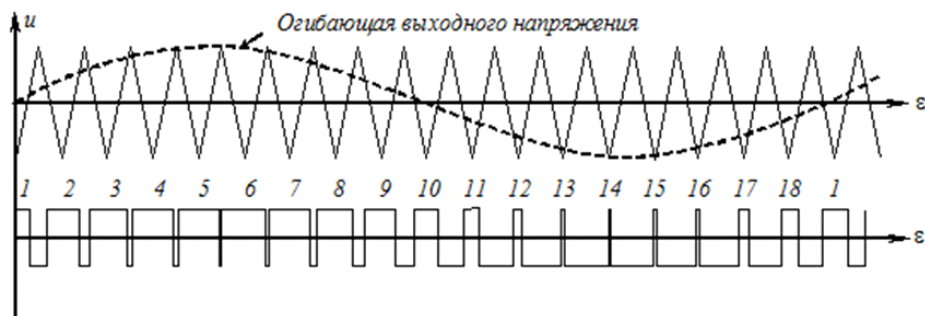


Рисунок 1. Огибающая выходного напряжения и соответствующий ей сигнал ШИМ

МК семейства STM32 имеют встроенные таймеры специального назначения (advanced-control timers), имеющие выходы для формирования сигналов управления трехфазными двигателями. В зависимости от модели, в микроконтроллере содержится разное количество таких таймеров. Каждый таймер специального назначения имеет три пары выводов (каналов), для управления верхними и нижними ключами инвертора и обычный четвертый канал. Таким образом всего имеются семь настраиваемых выводов таймера специального назначения. Каждый канал можно настроить на формирование ШИМ сигнала.

Результат формирования сигналов ШИМ с помощью микроконтроллера STM32 представлен на рисунке 2.

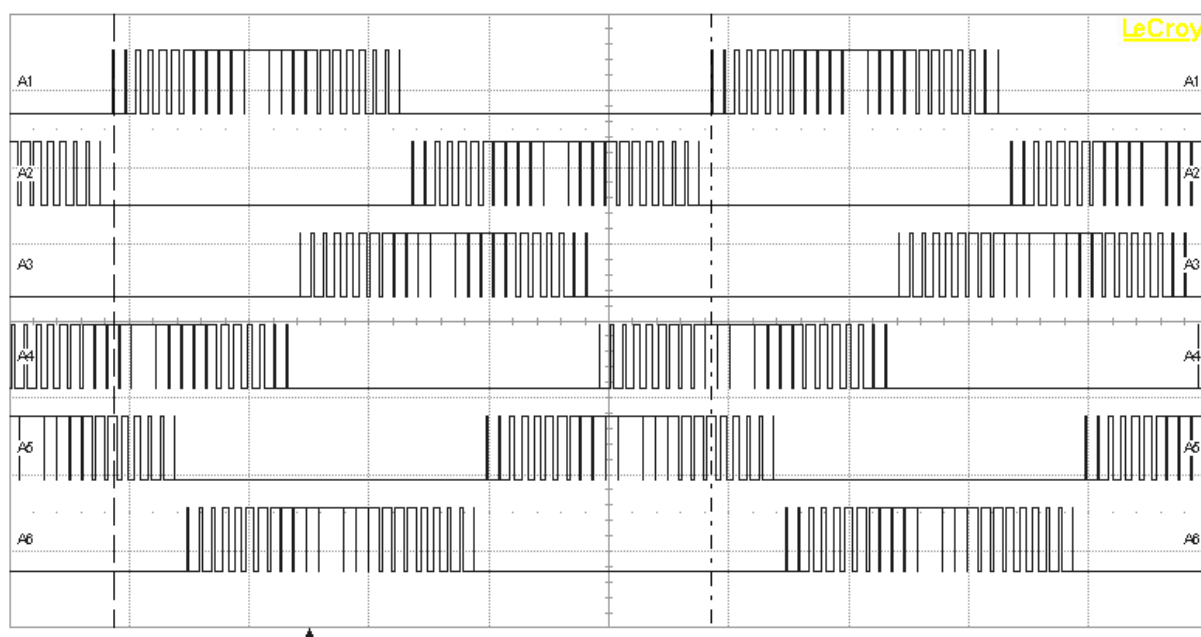


Рисунок 2. Осциллограмма сигналов ШИМ, используемых для управления инвертором

Алгоритм работы программы микроконтроллера выглядит следующим образом. Сначала задается исходная частота тока, подаваемого на обмотки двигателя. Затем, в зависимости от частоты, рассчитывается период синуса, который в данном случае совпадает с периодом ШИМ. Далее период ШИМ делится на n частей – фазовых интервалов. Каждый раз, когда на выход таймера поступает импульс, вызывается процедура прерывания основной программы микроконтроллера, которая меняет скважность следующего импульса пропорционально возрастающей или убывающей амплитуде синуса. Можно выбирать, какой именно интервал следует формировать в данный момент. Например, можно мгновенно переходить от интервала $j=1$ к интервалу $j=5$, а затем продолжать нормальное формирование напряжения на последующих интервалах $j=6$, $j=7$ и таким образом реализовать фазовое управление ДДП.

Другой вариант управления – изменение частоты тока на обмотках ИДДП. Подавая одинаковое по частоте и амплитуде напряжение на обмотки двигателя, ИДДП будет находиться в режиме синхронного стояния, т.е. ротор не будет вращаться. Изменяя частоту на одной из обмоток, ротор начнет вращаться в ту или иную сторону под воздействием результирующего магнитного поля. Вращение будет происходить с частотой, пропорциональной разнице частот напряжения на обмотках двигателя.

Изменение амплитуд напряжения на обмотках двигателя позволяет изменять угол нагрузки двигателя. Регулирование амплитуды применяется в комбинации с фазовым или частотным управлением. Это позволяет, например, сгладить переходные процессы в разных режимах вращения двигателя. Амплитуду можно менять, умножая коэффициент заполнения импульсов ШИМ на амплитудный коэффициент. Если нужно, чтобы амплитуда напряжения была 50% от максимальной, то каждый импульс ШИМ нужно умножить на 0,5.

Разработанная программа микроконтроллера позволяет задавать параметры режима работы двигателя, такие как, частоты, амплитуды и фазовые сдвиги питающих напряжений и реализовывать различные способы управления двигателями двойного питания. Система управления на базе встраиваемых микроконтроллеров позволяет организовать гибкое управление электроприводом с ИДЦП и использовать данный электропривод при разработке мехатронных систем.

Список литературы

1. Бронов С. А., Овсянников В. И., Соустин Б. П. Регулируемые электроприводы переменного тока. Красноярск : КГТУ, 1998.
2. Бронов С. А. Способы управления двигателем двойного питания // Информатика и системы управления. Вып. 5. Красноярск : НИИ ИПУ, 2000
3. Бронов С. А., Авласко П. В., Поваляев В. А., Ермаков Р. А., Черешкевич С. В., Никулин Н. А., Марарескул А. В., Липунова С. Ю., Усов В. П. Программно-аппаратный комплекс для исследования индукторных электроприводов двойного питания // Авиакосмическое приборостроение. — 2013. — № 6.



ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ

Орлов Михаил Сергеевич

научный руководитель – к.п.н. Чиркова Лилия Николаевна

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

Современный прогресс приобретает все большее и большее ускорение, что изменяет каждую из сфер общества, будь то политика, наука, экономика или производство. Этот фактор заставляет задумываться и об обновлении системы образования на основе современных информационных технологий. Устаревших методов и средств образования уже не хватает, чтобы максимально реализовать творческий и научный потенциал ученика, развить его способности, воспитать в нем нормы поведения в нынешнем обществе, научить брать на себя ответственность и самосовершенствоваться, саморазвиваться. В решении данной проблемы призвана помочь единая информационно-образовательная среда, важной составляющей которой необходимо обозначить электронное обучение. Однако на сегодняшний день остро стоит вопрос эффективности использования имеющихся в распоряжении школ современных электронных средств обучения, например, интерактивных досок.

Информационно-образовательная среда- это системно организованная совокупность средств передачи данных, информационных ресурсов, протоколов взаимодействия, аппаратно-программного и организационно-методического обеспечения, ориентированная на удовлетворение потребностей пользователей в информационных услугах и ресурсах образовательного характера [1].

«Под электронным обучением понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников». [2]

В процессе электронного обучения могут быть задействованы сети интернет, локальные сети или другие способы передачи информации. ЮНЕСКО определяет электронное обучение как обучение с помощью Интернет и мультимедиа [3].

Количество информации в современном мире увеличивается с огромной скоростью и электронное обучение становится тем средством, которое способно быстро и качественно организовывать процесс передачи знаний. Кроме того, электронное обучение способно подстраиваться под каждого отдельного пользователя и обеспечивать выполнение индивидуальных требований, таких как: удобное время и место для обучения, прочное усвоение знаний, постоянный контакт с преподавателем, индивидуальный график обучения, экономия времени и денег.

Электронное обучение включает программную и аппаратную части, которые в свою очередь обеспечивают работу баз данных, где хранится вся информация об учебном процессе, а также весь необходимый учебный контент и системы контроля. Задача электронного обучения – обеспечить успешное усвоение знаний в зависимости от способности пользователя обрабатывать и усваивать предоставляемую информацию.

Переходя к использованию интерактивной доски, как части информационной среды в современном образовании хочется отметить, что ученики, растущие в век высоких технологий, легко приспосабливаются к ним, но вот для учителей возникает ряд



субъективных и объективных причин, которые объясняют неприятие ими этих электронных девайсов. Стоит также отметить, что не использование интерактивных досок и других электронных приборов в обучении практически не возможно, так как поддерживать внимание и заинтересованность студентов старыми методами становится тем тяжелее, чем больше электронных приборов появляется в обыденной жизни.

В ряд субъективных проблем относятся трудности личного характера, связанные с необходимостью осваивать новые программные продукты, трудностями привыкания, другой культурой вещания, трудностями освоения технологии демонстрации, необходимостью переделывать старые учебные наработки, повышенной утомляемостью, нагрузкой на глаза и др.[4]

К объективным проблемам использования интерактивных досок относятся многообразие типов досок, их громоздкость, высокая цена, отсутствие методических пособий и свободных источников, сложность программного обеспечения, технологии использования, выполнения записей, недостаточное количество интерактивных досок в школе.

При проведении анализа реальной обстановки в школах, где есть интерактивные доски было выяснено что подавляющее учителей (90%) не проходили специализированные курсы по освоению интерактивной доски и лишь 10% из них изучали методические особенности использования интерактивной доски в образовательном процессе самостоятельно. При этом у 95% присутствует интерес к освоению и использованию интерактивной доски. К основным трудностям учителя отнесли проблемы освоения технологии демонстрации, сложность технологии использования, отсутствие методических пособий, необходимость осваивать новые программные продукты, трудность привыкания, сложность и многообразие программного обеспечения. Но главным препятствием на пути к ежедневному и эффективному использованию интерактивных досок, о котором сказали все респонденты, стало недостаточное количество досок в школе.

Если с проблемой освоения технологий можно бороться, разработав курсы для освоения интерактивной доски, то с основной проблемой все не так просто. Интерактивные доски достаточно дороги, кроме того, их установка требует еще больших затрат. Поэтому перед тем, как увеличивать вливание денег на покупку и установку новых интерактивных досок стоит выяснить, эффективно ли используются старые и если нет, то провести ряд мер для повышения эффективности использования.

Для оценки эффективности использования современных средств обучения необходимо разработать информационную систему (ИС), которая позволит осуществлять контроль за использованием интерактивной доски (ИД), а также мотивировать учителей на освоение технологии работы с ней.

Для разработки проекта была выбрана система управления базами данных MySQL внутри программного пакета XAMPP. Разработка информационной системы состояла из ряда последовательных этапов: разработка базы данных, разработка пользовательского интерфейса и организация взаимодействия с базой данных, описание типовых запросов к информационной системе, интеграция дизайна пользовательского интерфейса и настройка взаимодействия с базой данных, тестирование системы и апробация на практике. База данных системы состоит из нескольких основных сущностей и 40 вспомогательных. Во вспомогательных хранится информация, используемая `modx` для реализации деятельности информационной системы.

Апробация системы позволила выявить очевидное улучшение ситуации: обработка данных администрацией заняла не 3 рабочих дня, а меньше часа. Учитывая время, затраченное на регистрацию пользователей и их использование системы, суммарное время активного пользования системы составит 3 часа, что в 24 раза меньше прежних показателей по времени.



Исходя из стандарта качества iso 9126 и его модификаций информационная система должна удовлетворять определенной системе требований. К ним относятся функциональность, надежность, практичность, эффективность, сопровождаемость и мобильность. В информационной системе, позволяющей регистрировать факты использования в учебном процессе интерактивной доски, учтены все эти требования.

Функциональные возможности. ИС способна вести учет данных о количестве времени (академических часов), в течение которого на ней велась работа определенным преподавателем в определенном кабинете, ИС обладает учетными записями различных уровней доступа для администрации и учителей; в базе данных находятся сведения об учителях (Фамилия, имя), о кабинетах, оснащенных интерактивной доской (свободные и занятые на определенный момент времени) и классы, в которых проводятся уроки с использованием ИД. ИС предоставляет отчеты учителю об уроках с применением ИД. ИС предоставляет администрации отчет о замене кабинетов, освободившихся при регистрации урока в кабинете с ИД, отчет о нагрузке того или иного кабинета с ИД, учет количества уроков с ИД по каждому преподавателю.

Надежность. ИС отправляет на стартовую страницу при отсутствии прав доступа к определенной странице. ИС предупреждает об ошибках в работе с БД через пользовательский интерфейс.

Практичность. ИС содержит удобное навигационное динамическое меню, настраиваемое в зависимости от прав доступа, минимальное количество элементов на форме (информация об учетной записи, информация об объеме использования ИД в зависимости от уровня доступа), доступ к календарю зарегистрированных уроков даже при отсутствии авторизации.

Эффективность. После окончания действий с БД (добавление, исправление, удаление) соединение с базой прерывается для того, чтобы избежать перегрузки каналов связи и замедления работы ИС.

Сопровождаемость. Выбор среды разработки, в которой потребуются минимальное количество дополнительных программных средств для доработки системы (например MySQL, phpmyadmin для базы данных и интерфейс на веб форме с управлением MODx). Средства разработки распространяются свободно по открытой лицензии.

Мобильность. ИС функционирует на основных операционных системах: WindowsXP,7,8.

Необходимым условием реализации ИС в практику является создание управляющей структуры внутри школ, которая будет следить за исполнением программы автоматизации, а также сопровождать информационную систему мониторинга.

Список литературы

1. Адольф В.А., Степанова И.Ю. Методологические подходы к формированию информационной культуры педагога // Информатика и образование. Серия: Педагогика. – № 1. – 2006.
2. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». 16
3. Nagy, A. (2005). The Impact of E-Learning, in: Bruck, P.A.; Buchholz, A.; Karssen, Z.; Zerfass, A. (Eds). E-Content: Technologies and Perspectives for the European Market. Berlin: Springer-Verlag, pp. 79-96
4. Калитин С.В. Интерактивная доска. Практика эффективного применения в школах, колледжах и вузах. Серия: Элективный курс. Профильное обучение. – М: "СОЛОН-Пресс", 2013. – 192с



АНАЛИЗ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ, ОСНОВАННЫХ НА СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЕ

Петров А. С.

научный руководитель канд. педагог. наук Виденин С. А.

Сибирский федеральный университет

Сегодня интернет является неотъемлемой частью жизни каждого человека, проживающего в городе. Использование интернета сокращает время на поиск необходимой информации и помогает всегда оставаться в курсе событий, не прилагая при этом больших усилий. В настоящее время огромная масса услуг как как бюрократического, так и потребительского характера может быть предоставлена средствами интернета. Большинство существующих и процветающих компаний уже имеют свои собственные интернет-ресурсы, предоставляющие полную или частичную информацию о компании, а также услуги, предоставляемые этой организацией. Безусловно такой образ взаимодействия поставщика услуг с клиентом благотворно влияет на развитие рынка услуг, предоставляемых посредством интернета, и как правило у такого взаимодействия всегда находятся как свои плюсы, так и минусы.

Очевидными плюсами такого взаимодействия является общедоступность и простота использования. Помимо этого, развитие рынка услуг, предоставляемых посредством интернета влечет за собой развитие платформ, на которых разрабатываются ресурсы рынка.

Большое значение для систем, предоставляющих услуги посредством интернета (далее — клиент-серверных приложений), имеет платформа на которой системы разрабатываются, от этого будет зависеть внутренняя организация, сложность, ширина спектра услуг и стоимость систем. Однако все нюансы, связанные с платформой лишь косвенно касаются конечного потребителя. Небольшая разница в загрузке страниц минимально сказывается на востребованности ресурса, большинство пользователей и вовсе не замечают разницу загрузки ресурсов, реализованных на разных платформах. Однако минусы клиент-серверных приложений все же так или иначе могут сказаться на качестве их работы.

Клиент-серверные приложения размещаются на физических или виртуальных машинах с определенными характеристиками и программным обеспечением — серверах. Если на начальных этапах разработки и развёртывания приложений можно обойтись ресурсами предоставляемыми хостингами, то с постоянным развитием приложения затраты на его содержание будут увеличиваться. То же самое касается и затрат на поддержку и развитие приложения. Без должного внимания к разработке приложения, затраты на его последующее обновление и поддержку могут стать камнем преткновения, и остановить его развитие.

Множество компаний, разрабатывающих клиент-серверные приложения, используют уже готовые и чаще всего бесплатные решения, что сильно ускоряет разработку и весьма облегчает поддержку таких систем. Одним из таких решений является система управления содержимым (далее — CMS). CMS — это клиент-серверные приложения реализующие функционал связанный с настройкой и управлением содержимым веб сайта. CMSами по себе уже являются веб-сайтами, однако доступные в CMS функциональные возможности отличаются для разных групп пользователей.

Однако готовые CMS не годятся для решения более частных задач, таких как реализация системы документооборота, реализация функционала, связанного со спе-



цифичностью предоставляемых услуг или же просто реализация приложений, которые не предполагают наличие широкого функционала стандартных решений. В таких случаях разработчикам приходится писать собственные CMS. Далее, для примера, рассмотрим два варианта решений — технологию WebForms и MVC.

WebForms — это технология позволяющая собирать веб приложений из двух частей — frontend и backend. Frontend — это часть приложения, то есть часть предназначенная для отображения информации в клиенте (на пример в браузере). Backend — это часть предназначенная для работы на сервере (на пример для работы с базой данных). В случае с WebForms мы имеем набор страниц с JavaScript и CSS, и прикрепленные к ним классы. Архитектура такого приложения очень проста и понятна, однако ее сложность увеличивается пропорционально количеству элементов в этой системе. Реализация крупных порталов на таких приложениях будет длиться очень продолжительный промежуток времени, поддержка таких приложений разными разработчиками, может сильно усложнить работу с системой помимо этого, введение объектно-реляционной модели в проект приведет к еще большей запутанности архитектуры, backend реализуется на каждой странице приложения, что приводит к множественному дублированию методов.

MVC — это архитектурный паттерн предполагающий разделение проекта на три части — Model, View и Controller. Model — модуль системы содержащий модели объектов системы, на пример пользователей или услуги. View — модуль системы содержащий представления — объекты содержащие frontend и backend, например представления редакторов, личного кабинета и прочих страниц. Controller — модуль системы содержащий контроллеры системы — объекты реализующие смену представлений в зависимости от действий пользователя. Системы, основанные на MVC имеют более четкую структуру, как следствие более просты с сопровождением и более быструю реализацию, однако MVC — это реализация отличная от WebForms, внедрение модуля на MVC в готовую систему, не основанную на этом паттерне, не решает проблем поддержки готовых решений.

Помимо вышеперечисленных решений существуют и другие, однако в большинстве случаев они являются производными от вышеперечисленных. Одним из принципиально отличных решений является реализация сервис-ориентированной архитектуры.

Сервис-ориентированная архитектура (ServiceOrientedArchitecture, далее — SOA), представляет собой систему слабосвязанных модулей, реализующих каждый свой функционал. Кардинальными отличиями систем, основанных на SOA являются: возможность практически бесконечно расширяться, системы, основанные на SOA совместимы с клиентскими системами, реализованными на любых платформах, а также реализация SOA предполагает обеспечение повышенной безопасности системы, ввиду возможности проверять и подписывать сообщения используя электронно-цифровую подпись.

Как это можно понять из названия, SOA — система, основанная на взаимодействии сервисов друг с другом, из чего следует, что системы, основанные на SOA не имеют графического интерфейса. Однако, поскольку системы, основанные на SOA являются кроссплатформенными, реализация их клиентской части может быть делегирована любой системе, поддерживающей графическую реализацию, на любой платформе.

SOA предполагает слабую связанность компонентов, благодаря чему и возможно внедрение новых модулей без изменения уже существующих. Однако без служебных модулей, архитектура будет представлять из себя хаотичный набор сервисов, что само по себе исключает наличие архитектуры. Служебные сервисы SOA — это сервисные



модули, предназначенные для отслеживания и координирования взаимодействия модулей как внутри, так и снаружи системы.

Необходимым и достаточным условием для существования SOA является наличие сервисной шины предприятия (EnterpriseServiceBus, далее — ESB). ESB — модуль SOA отвечающий за взаимодействие сервисов внутри системы и взаимодействие клиента с сервисами. Проектирование ESB, является самой важной частью создания систем, реализующих SOA. Сама ESB может содержать в себе готовые методы вызовов интересующих клиента модулей, однако такого рода решение не является правильным, поскольку в таком случае при введении нового модуля в систему, нам придется изменять модуль ESB, помимо этого, при расширении системы, ее архитектура станет запутанной и сложной. Поэтому самой правильной реализацией ESB, станет проектирование и разработка более общих методов внутри нее, например, методов вызова, принимающих как аргументы параметры интересующего сервиса. Таким образом структура ESB станет единообразной для всех модулей внутри системы и всех клиентов снаружи.

Реестр (Registry) — это модуль SOA отвечающий за хранение всей информации о всех неслужебных модулях системы. Реестр необходим для систем с большой концентрацией неслужебных модулей. Сервисный брокер (ServiceBroker) — модуль SOA отвечающий за взаимодействие неслужебных модулей в системе. Для реализации взаимодействия модулей сервисный брокер обращается в реестр, из чего следует что он не является независимым. Зачастую роль сервисного брокера выполняет ESB.

Неслужебные сервисы — это модули SOA, реализующие бизнес логику предприятия. Реализация неслужебных модулей может быть какой угодно сложности и объема. Единственным необходимым условием для работы модулей внутри системы является их наличие в базе реестра системы. Взаимодействие неслужебных модулей с клиентом возможно лишь в случае обращения клиента к ESB.

Клиентские приложения SOA — модули системы, предназначенные для взаимодействия системы с пользователем. Специальных требований к этим модулям нет. Взаимодействие клиентских приложений с системой реализуется посредством технологии WebReference или технологии «сырых» запросов.

Одним из наиболее ярких примеров реализации SOA является портал государственных услуг с системой межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ). Реализация SOA предполагает повышенный уровень защищенности приложения, однако это не говорит о том, что реализация ее клиентской части становится непосильной задачей. К системе, реализующей SOA можно обращаться как из backend, так и frontend, обращение к ESB системы возможно прямо из JavaScript. Совместная работа по сопровождению системы, реализующей SOA, не создает конфликтных ситуаций среди разработчиков различных неслужебных модулей, поскольку функционал каждого из них абсолютно не зависит ни от одного модуля системы. Однако при работе с SOA стоит помнить, что несмотря на свободу реализации бизнес логики модулей, каждый из них должен удовлетворять общим для всех условиям, например, использовать одну и ту же электронную подпись или иметь одно и тоже пространство имен. При соблюдении единообразия номенклатуры системы, SOA открывает для разработчика практически бесконечные возможности ее расширения и весьма комфортные условия ее сопровождения.

Список литературы

1. Гупта А. JavaEE 7. Основы / А. Гупта — М.: ООО «Вильямс», 2014. — 336 с.
2. Hewitt E. Java SOA Cookbook / E. Hewitt — USA: O'Reilly, 2009 — 742 с.
3. Машнин Т. Веб-сервисы Java / Т. Машнин. — СПб.: БХВ-Петербург. 2012 —

560 с.



ФОРМИРОВАНИЕ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ

Цепкова М.В., Лозицкая Е.В.

научный руководитель д-р техн. наук проф. Бронев С.А.

Сибирский федеральный университет

Каждый учебный процесс основан на учебных планах, которые содержат перечень учебных дисциплин с определенными характеристиками, такими как количество семестров, необходимых на освоение материала, количество часов, видов аудиторной нагрузки, объема и количества самостоятельной работы студентов, вида контроля (экзамен или зачет) и общее количество зачетных единиц. По ГОС ВПО у каждого направления имеется определенный перечень учебных дисциплин и количество зачетных единиц. На основе учебных планов разрабатываются учебные программы, в которых определяется порядок и продолжительность изучения конкретных дисциплин. В свою очередь каждая дисциплина содержит определенный перечень дидактических единиц. В настоящее время проектирование учебных планов осуществляется таким образом, что учебные планы являются первичными, а учебные программы и содержащиеся в них дидактические единицы – вторичными. Поэтому может возникнуть такая ситуация, при которой для освоения конкретной дисциплины у студента могут отсутствовать необходимые знания.

Настоящий доклад посвящен обратному пути формирования учебных планов, т.е. от дидактических единиц к учебным планам. В этом выражается особенность данного исследования. Проектирование учебных планов на основе дидактических единиц позволит формировать учебный план «снизу вверх», от простого — дидактической единицы, к сложному — учебному плану. Это можно сравнить, например, с изучением языка: чтобы научиться читать и писать, необходимо в первую очередь научиться говорить и выучить алфавит. Так и в процессе обучения, чтобы изучить какую-то дисциплину в полной мере, сначала необходимо освоить базовые знания, умения и навыки. Подобное формирование учебного плана позволит в большем объеме получить необходимые знания, умения и навыки, соответствующие определенному направлению обучения, а также избежать нарушения правильной последовательности учебных дисциплин и материала внутри каждой из них.

Дидактическая единица – элемент компетенций, неделимый в рамках рассматриваемого учебного процесса. Каждая дидактическая единица обладает рядом параметров, таких как время, необходимое для изучения, весомость с точки зрения вклада в результирующие компетенции и вид получаемых компетенций, т.е. какие именно знания, умения и навыки несет в себе дидактическая единица. Так же для разграничения дидактических единиц, имеет смысл обозначать привязку к конкретной области знаний – математика, физика, биология, механика и др.

Дидактические единицы могут быть разного рода – дидактические единицы знаний, дидактические единицы умений и дидактические единицы навыков. Такое разделение возникает вследствие того, что компетенции представляют собой единство знаний, умений и навыков. В рамках компетенций дидактические единицы разного рода объединяются в систему, которая обладает дополнительными свойствами по сравнению со свойствами отдельных составляющих этой системы, что в итоге порождает новую компетенцию, схематично данное явление представлено на рисунке 1. Например, отдельные понятия «масса тела», «ускорения» и «сила» вместе образуют основной за-



кон динамики Ньютона, который является одним из основных законов в механической физике.

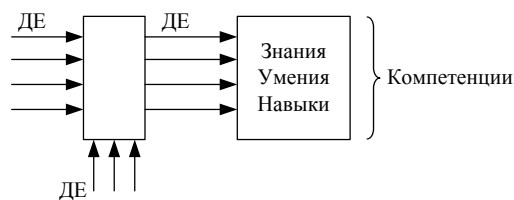


Рисунок 1. Связь компетенций и ДЕ

Каждая учебная дисциплина состоит из ряда дидактических единиц. Чтобы освоить какую-либо дисциплину, необходимо иметь соответствующие знания, они выражаются в виде входных дидактических единиц, после окончания курса учебной дисциплины появляются новые знания, они в свою очередь выражаются в виде выходных дидактических единиц.

Дидактические единицы, которые для одних учебных дисциплин являются выходными, для других могут выступать в качестве входных компонент. Так же дидактические единицы могут входить сразу в несколько учебных дисциплин. Эти взаимосвязи могут приводить к появлению параллельных и обратных связей, наличие которых необходимо проверять и исключать при проектировании учебных планов.

Параллельные связи могут приводить к изучению одного и того же материала несколько раз, что нецелесообразно, учитывая ограниченное время обучения и большой объем информации. Параллельную связь стоит оставлять только в том случае, если намеренно требуется изучение одного и того же материала.

Обратные связи сложнее и опаснее параллельных, так как обратная связь указывает на то, что выходная дидактическая единица учебной дисциплины, является входной для дисциплины, которая должна была изучаться ранее.

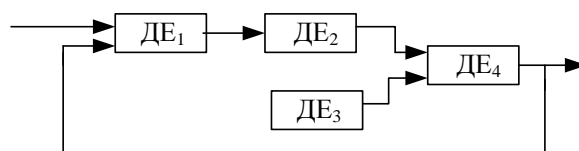


Рисунок 2. Параллельная и обратная связь дидактических единиц

Разорвать обратную связь можно либо введением дополнительных дидактических единиц, либо посредством исключения других. Определить взаимосвязь дидактических единиц можно либо с помощью графов, либо построив матрицу взаимосвязи.

Определяя и анализируя связи между дидактическими единицами, можно корректировать учебные планы таким образом, чтобы учитывалось время изучения дисциплины, т.е. чтобы дисциплина изучалась только при наличии нужных для ее изучения входных знаний. Новизна описанного подхода заключается в том, что предложено использовать в качестве основы для синтеза учебного плана массив дидактических единиц. Из частных массивов дидактических единиц по областям знаний формировать общий массив дидактических единиц, анализируя образующиеся связи между ними и формируя на данной основе оптимальные учебные планы. Создание на этой основе алгоритмов и их программная реализация позволит автоматизировать синтез учебных планов, включая их корректировку при изменении состава дидактических единиц.

ОПТИМАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАДАЧ МУЛЬТИВЕРСИОННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Черниговский А.С.

научный руководитель канд. техн. наук Царев Р. Ю.

Сибирский федеральный университет

В настоящее время на производствах большое внимание уделяют системам реального времени, компьютеры собирают данные о промышленном процессе в режиме реального времени и используют их для управления машинами. Зачастую технологические процессы должны проходить в определенных временных рамках и необходимо жестко ограничивать и контролировать их выполнение. Систему реального времени можно охарактеризовать несколькими способами [1]:

1) Система является системой реального времени в том случае, если безошибочность её работы зависит от времени, за которое выполняются вычисления, а не только лишь от логической корректности этих вычислений.

2) Принято полагать, что система работает в реальном времени, если её быстродействие адекватно скорости протекания физических процессов на объектах контроля и управления.

Из приведенных определений можно сказать, что практически все системы промышленной автоматизации являются системами реального времени, но принадлежность системы к данному классу никак не влияет на её быстродействие. Например, если система предназначена для контроля плавки какого-либо металла, а время его плавления составляет порядка нескольких часов, то, даже выполняя измерения раз в полчаса, она будет работать в реальном времени. Исходные параметры функционирования и время реакции системы определяются техническим заданием или простой логикой её функционирования.

В современных автоматизированных системах управления и обработки информации используются сложные программные системы. Они содержат большое количество компонент – модулей, тесно взаимодействующих в процессе решения общей целевой задачи; отличаются сложностью поведения системы, связанной со случайными внешними воздействиями и большим количеством обратных связей внутри системы и пр.

Важным критерием разработки программного обеспечения систем управления и обработки информации реального времени является надежность его функционирования. Некорректно работающее программное обеспечение может нарушить процесс работы системы управления или, вывести из строя какой-либо компонент этой системы и привести к финансовым затратам. Все это определяет повышенные требования к отказоустойчивости программного обеспечения систем данного класса. Для того чтобы обеспечить высокий уровень надежности и отказоустойчивости программного обеспечения существует подход, основанный на введении временной, информационной, а также программной избыточности.

Одним из наиболее перспективных методов создания программного обеспечения систем управления и обработки информации на основе методологии избыточности является мультиверсионное проектирование. Данный метод гарантирует, что ошибки одной из версий модуля не приведут к нарушению процесса работы систем управления и обработки информации реального времени.



Мультиверсионная система представляет собой некоторое количество программ, которые состоят из ряда модулей. Каждый модуль представлен набором версий. Версии должны генерироваться независимо по возможности различными группами разработчиков, в соответствии с идентичными исходными спецификациями на конкретный модуль программной системы. Под независимой генерацией версий в данном контексте понимается организация проектирования программной системы с тем, чтобы каждая из вовлеченных в разработку отдельных программных модулей групп не взаимодействовала с другой по отношению к процессу программной системы.

Версия является минимальной единицей программной системы, это значит, что она представляет собой один независимый логически целостный блок, который выполняет одну конкретную задачу или ряд задач. Данные версии в некоторых случаях можно разделить на более мелкие подзадачи, но независимая разработка настолько малых компонент нецелесообразна, так как это увеличивает количество связей в системе и количество точек передачи информации.

Как уже было отмечено, методология мультиверсионного проектирования основывается на избыточности, что сказывается на объеме требуемых вычислительных ресурсов и производительности. Увеличение количества компонент, соответственно, требует большего количества вычислительных ресурсов. Это также может сказаться на времени реакции системы, поэтому необходимо разработать методы, которые позволят оптимизировать выполнение мультиверсионной автоматизированной системы управления и, тем самым, в итоге получить надежную и оперативную систему.

Как известно, современные производства используют многопроцессорные (многоядерные) компьютеры или же прибегают к кластерным вычислениям, которые характеризуются наличием некоторого количества компьютеров со средой коммутации. Для решения задачи оптимизации выполнения версий мультиверсионной программной системы предлагается применение технологий параллельного исполнения с использованием мультипроцессорного планирования [2]. Сущность данного метода заключается в распределении компонент программной системы по доступным процессорам.

В тривиальном случае рассмотренные нами версии каждого модуля выполнялись последовательно на всех доступных процессорах системы, и их результаты заносились в буфер, после чего выносилось решение. Но нельзя сказать, что программный блок версии был равномерно распределен и вычислительные мощности расходовались оптимально. Чаще всего наибольшая часть процессоров простаивала, и максимальная загрузка вычислительной системы не достигалась. Предлагаемый подход направлен на то, чтобы максимально использовать доступные ресурсы и получить оптимальный план для исполнения системы. Выполнение же программной системы на кластерной архитектуре требует задания последовательности вычислений в процессе проектирования, иначе же её применение просто нецелесообразно или же не будет давать никаких результатов по увеличению производительности [3]. Поэтому данный метод также позволяет составить оптимальный план для проектирования системы, предназначенной для исполнения на кластерном комплексе.

В данной статье рассматриваются лишь базовые принципы планирования с использованием упрощенных моделей. Для того чтобы построить план выполнения задач, необходимо построить граф выполнения этих задач. Граф является ориентированным, вершинами графа являются отдельные задачи, дуги показывают зависимость задач между собой, а их направление указывает на ход передачи информации от одной задачи к другой. Упрощенная модель планирования характеризуется тем, что в ней применяются только ациклические графы задач и вводится ограничение – время исполнения всех задач должно быть одинаковым.

Прежде всего, необходимо решить на каком уровне будет построен план.



1) Уровень версий. Каждую версию принимаем за отдельную задачу, обозначаем, что версии выполняются одну единицу времени. Величина этой единицы обуславливается максимальным временем выполнения одной из версий или же блока контроля. На данном уровне создание плана выполнения представляется наиболее легким. Имея техническое задание и уже готовый набор версий для каждого модуля программной системы, мы можно проследить связи, протекающие в системе и создать граф зависимости одного модуля от другого. Каждый модуль представляет собой набор версий, которые независимы друг от друга и могут выполняться параллельно. От каждого из этих модулей идет дуга к блоку контроля модуля. Главный недостаток уровня версий состоит во введенном ограничении: длительность всех версий принята за время максимального исполнения одной из версий системы, а это значит, что после выполнения версий меньше длительности процессор будет простаивать. Но, тем не менее, данный подход позволяет улучшить распределение программных компонент по доступным процессорам системы и тем самым увеличить производительность. Он помогает наглядно проследить зависимости компонент, позволяет оптимально распределить выполнение данных компонент на имеющейся аппаратуре, и очень полезен на этапе разработки и развертывания программного комплекса.

2) Уровень задач. Как уже было сказано, некоторые версии можно разбить на независимые подзадачи, некоторые из них выполняются последовательно, некоторые же параллельно. Суть метода та же самая, что и для версий, лишь с той разницей, что здесь выполняются операции с отдельными неделимыми задачами. Также вводится ограничение – время выполнения задач принимается за максимальное время выполнения какой-либо задачи в системе. В этом случае, время простоя значительно уменьшается, поскольку время выполнения минимальных, неделимых задач в системе примерно одинаково. В планировании задач системы предлагается не брать задачи начального приема и конечной передачи информации, а лишь планировать внутренние процессы системы, так как эти процессы имеют большое время исполнения, но никак не влияют на быстродействие системы обработки информации и при этом нарушают объективность плана.

В качестве метода оптимизации предложено и описано планирование версий и задач мультиверсионных автоматизированных систем управления реального времени. Оно позволяет оптимально использовать вычислительные мощности и достигнуть полной их загрузки. Отличительной чертой данного подхода является использование единичных задач, имеющих одинаковое время исполнения, что налагает ограничения и имеет недостатки. С помощью данного подхода можно получить оптимальный план выполнения компонент системы и получить прирост производительности. Также данный подход позволяет рассчитать количество процессоров для минимального времени выполнения мультиверсионной автоматизированной системы управления реального времени в целом. Можно отметить, что кроме предложенного существуют и другие методы, использующие время выполнения задач и последующее составление плана с учетом этого времени. Это дает простор для дальнейших разработок и создания новых работ по данной тематике.

Список литературы

1. Сорокин, С. Системы реального времени / С. Сорокин // Современные технологии автоматизации. – 1997. – Т. 2. – С. 22-29.
2. Планирование периодических задач при распределенной обработке информации / Н.А. Алексеев, О.В. Богданова, И.В. Ковалев, Р.Ю. Царев // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2010. – № 3. – С. 11-14.

3. Ковалев, И. В. Моделирование и оптимизация параллельных процессов в информационно-управляющих системах / И. В. Ковалев, Р. Ю. Царев. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. – 111 с.

ГЕНЕРАЦИЯ РАБОЧЕЙ ВЫБОРКИ ПРИ ИДЕНТИФИКАЦИИ Н-ПРОЦЕССОВ

Чжан Е.А.,

научный руководитель доктор тех. наук Медведев А.В.

Сибирский федеральный университет

Введение. При идентификации производственных процессов, чьи входные переменные связаны стохастической зависимостью, необходимо учитывать ряд особенностей [1]. Такого рода процессы (Н-процессы) протекают не во всей регламентированной области, а лишь в некоторой подобласти. Причем вид этой подобласти никогда неизвестен, а определяется выборкой наблюдений входных и выходных переменных. Однако выборка может обладать рядом недостатков, которые окажут негативное влияние на качество полученной модели. К таким недостаткам относятся разреженности (подобласти с небольшим количеством наблюдений) и пропуски (отсутствие наблюдений). О методах борьбы с ними речь пойдет ниже.

Постановка задачи. Рассмотрим класс процессов, имеющих место на практике, – «трубчатые» процессы или Н-процессы [2].

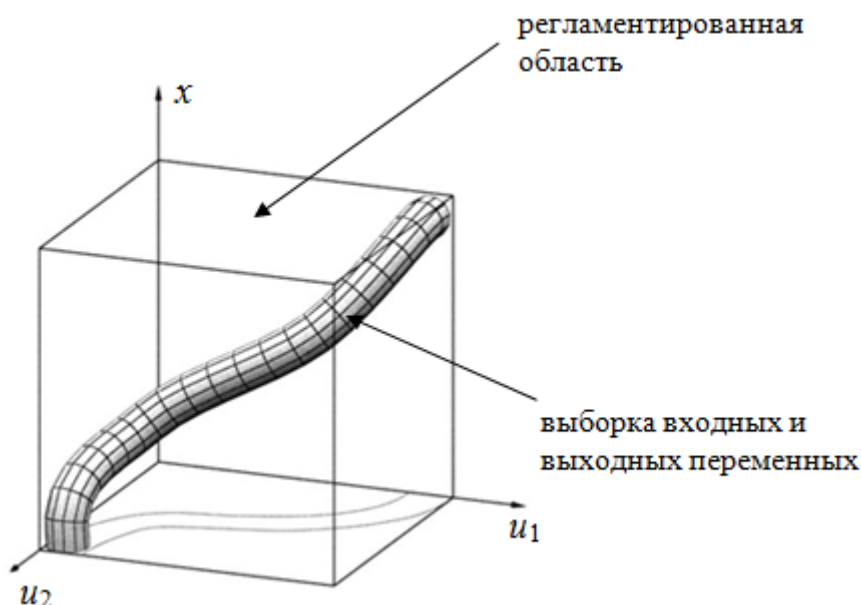


Рисунок 1. Схема «трубчатого» процесса

Для простоты иллюстрации рассмотрим объект, у которого две входные переменные $u_1 \in R^1, u_2 \in R^1$ и одна выходная $x \in R^1$. Интервалы возможных значений для входных и выходных переменных всегда известны: $u_1 \in [u_1^{\underline{}}; u_1^{\overline{}}], u_2 \in [u_2^{\underline{}}; u_2^{\overline{}}], x \in [x^{\underline{}}; x^{\overline{}}]$, где $u_i^{\underline{}}(u_i^{\overline{}}), i=1,2$ – верхнее (нижнее) значение входных переменных $u_i, i=1,2$, $x^{\underline{}}(x^{\overline{}})$ – верхнее (нижнее) значение выходной переменной x . Верхние и нижние значения переменных можно узнать из требований ГОСТ, ТУ или из технологических карт. Область допустимых значений на рис. 1 показана в виде куба.

Таким образом, можно сделать вывод, что процесс протекает в некоторой подобласти гиперкуба, границы которого исследователю известны.

Не только входные-выходные переменные связаны зависимостью, но и между входными переменными Н-процесса существует стохастическая зависимость. О наличии этой зависимости исследователю неизвестно. Вследствие этой зависимости процесс протекает не во всем гиперкубе, а лишь в некоторой его подобласти. Точки выборки, полученной при измерении входных и выходных переменных, принадлежат «трубчатой» области. Можно сказать, что область протекания Н-процесса *определяется* выборкой.

Недостатки в выборке наблюдений. Исходная выборка, полученная при измерении входных и выходных переменных, может обладать недостатками, которые необходимо устранить. Построим поле корреляции по входным переменным $u_1 \in R^1, u_2 \in R^1$ (рис. 2).

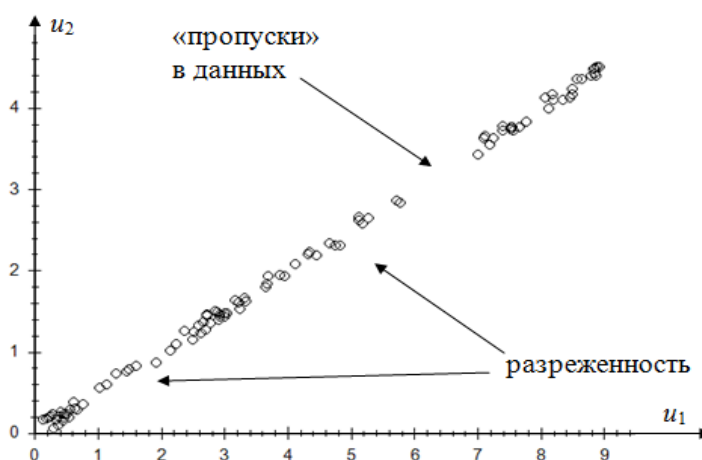


Рисунок 2. Поле корреляции по входным переменным u_1, u_2

Как видно из рис. 2, плотность точек может быть неоднородна: выборка имеет области разреженности, т.е. недостаток точек и пропуски – отсутствие наблюдений. Процесс протекает во всех этих областях, но наблюдения не были получены. Для получения недостающих данных можно было бы провести дополнительные эксперименты, однако на практике не всегда есть такая возможность: для этого необходимо останавливать производство, что повлечет за собой убытки.

Алгоритм генерации рабочей выборки. Для устранения вышеописанных недостатков предлагается сгенерировать точки там, где это необходимо. Новые точки в совокупности с точками исходной выборки будут составлять рабочую выборку, используемые для получения непараметрической оценки выхода объекта. Ниже представлен алгоритм генерации новых точек.

1. По исходной выборке $\{u_i, x_i, i = \overline{1, s}\}$ вычисляем с помощью скользящего экзамена величину параметра размытости ядра c_s [3].

2. Для каждой точки выборки считаем среднее число точек $\rho_{ср.}$, которое попадает под колокол с радиусом c_s .

3. Находим начальную точку u^0 с минимальными значениями по каждой переменной. Данная точка будет начальным центром масс \dot{u} .

4. Находим точки из выборки $\{u_i, x_i, i = \overline{1, s}\}$, которые попадут под колокол с центром в точке \dot{u} . Все найденные точки исключаем из выборки $\{u_i, x_i, i = \overline{1, s}\}$, получаем выборку $\{\tilde{u}_i, \tilde{x}_i, i = \overline{1, s'}\}, s' \ll s$.

5. Для полученных точек находим координаты центра масс.

6. Если координаты точки центра масс на текущей и предыдущей итерации совпадают, то переходим к шагу 7. Если не совпадают, то повторяем шаг 4 – 5.

7. Находим для текущего центра ближайшую точку u' из выборки $\{u_i, x_i, i = \overline{1, s}\}$, т.е. точку, расстояние до которой минимально.

8. Относительно найденной точки u' прodelываем шаг 4 – 5. Полученный центр масс обозначим \dot{u}' .

9. Имеем два центра масс \dot{u}' , \dot{u} . Вычисляем расстояние d между этими точками. Расстояние d характеризует величину пропуска. В данном пропуске необходимо сгенерировать точки. Количество генерируемых точек определяется коэффициентом k : $k = d/2c_s$.

10. Между точками \dot{u}' и \dot{u} генерируем n точек, где $n = k \cdot \rho_{\text{ср}}$.

11. Если в выборке $\{\tilde{u}_i, \tilde{x}_i, i = \overline{1, s'}\}$ присутствуют точки, т.е. $s' \neq 0$, то переходим к шагу 4, где в качестве точки \dot{u} берем точку \dot{u}' . Если $s' = 0$, то поиск закончен, все пропуски заполнены.

Численные эксперименты. Рассмотрим Н-процесс, который описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} x(u) = u_1 + 0,5u_2 + \xi, \\ u_2 = u_1 + \psi, \end{cases} \quad (1)$$

где ξ , ψ – нормально распределенные величины с нулевым математическим ожиданием и дисперсией 0,1.

Выборка 100 точек сгенерирована таким образом, что в ней присутствуют места разреженности и пропуски (рис. 2). В качестве модели примем непараметрическую оценку функции регрессии по наблюдениям:

$$x_s(u) = \frac{\sum_{i=1}^s x_i \prod_{j=1}^m \Phi(c_s^{-1}(u^j - u_i^j))}{\sum_{i=1}^s \prod_{j=1}^m \Phi(c_s^{-1}(u^j - u_i^j))}. \quad (2)$$

где параметр размытости ядра c_s и колоколообразная функция $\Phi(c_s^{-1}(u^j - u_i^j))$, имеющая вид треугольного ядра, удовлетворяют сходимости [3].

О качестве полученной оценки будем судить по относительной ошибке аппроксимации:

$$W = \sqrt{\frac{\frac{1}{s} \sum_{i=1}^s (x_{si} - x_i)^2}{\frac{1}{s-1} \sum_{i=1}^s (x_i - \hat{m}_x)^2}}, \quad (3)$$

где \hat{m}_x – оценка математического ожидания выхода объекта.

Далее в точках исходной выборке восстанавливалась оценка (2). Ошибка (3) составила: $W_{до} = 0,023$. Затем выборка была дополнена новыми точками по вышеописанному алгоритму. Объем новой рабочей выборки составил 156 точек. Как видно из рис. 3 места разреженности и пропусков были заполнены. Затем в точках исходной выборке также восстанавливалась оценка (2), но уже по новой рабочей выборке. Оценка снизилась в 2,5 раза и составила $W_{после} = 0,009$.

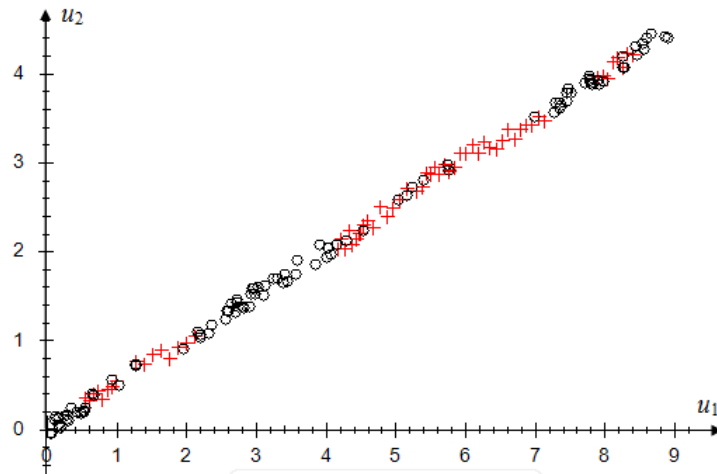


Рисунок 3. Поле корреляции по входным переменным u_1 , u_2 после заполнения

Заключение. При идентификации «трубчатых» процессов нужно учитывать, что процесс протекает не во всей области. Математическое описание объекта, вид зависимости входных переменных остается неизвестен. Поэтому в качестве модели предлагается использовать непараметрическую оценку функции регрессии по наблюдениям. В силу ряда недостатков исходной выборки наблюдений прогноз может быть не адекватен реальному или процессу, а в некоторых случаях его и вовсе невозможно дать. Для устранения вышеописанных недостатков предлагается дополнить исходную выборку новыми точками. Как показали результаты численных экспериментов, точность прогноза при этом возрастает в несколько раз.

Список литературы

1. Медведев А.В. Непараметрические системы адаптации. – Новосибирск: Наука, 1983. - С. 174.
2. Медведев А.В. Анализ данных в задаче идентификации // Компьютерный анализ данных моделирования. Минск: БГУ, 1995. Т. 2. С. 201-206.
3. Надарая Э.А. Непараметрические оценки плотности вероятности и кривой регрессии. – Тбилиси: Издательство Тбилисского университета, 1983. - С. 194.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Чубарь А.А.

научный руководитель д-р техн. наук, профессор Ченцов С.В.

Сибирский федеральный университет

Создание и реализация изделий, путем выполнения индивидуальных заказов является основным направлением деятельности современной мастерской по производству ювелирных изделий и сувенирной продукции.

Особенности изделий данной категории (их короткий жизненный цикл и уникальность) предполагают определенную организацию процесса их создания и необходимость его информационной поддержки с помощью интегрированной системы, реализующей этапы проектирования, технологической подготовки и оптимизации.

Основные требования к функциям такой системы:

- Применение 3D моделирования изделия.
- Возможность реализации прототипа изделия на 3D принтере.
- Возможность иллюстрации модели средствами интернет и интерактивного участия заказчика в разработке изделия.
- Использование библиотеки типовых вариантов для комбинирования прототипа изделия.
- Прогнозирование на стадии проектирования технологии изготовления изделия и его предполагаемой стоимости.
- Реализация проектных решений с использованием минимального количества типовых технологических операций.
- Наличие в составе системы базы знаний типовых прототипов и типовых технологических операций и возможность с ее помощью оптимизации проектных решений по стоимости и срокам реализации.

Каждое изделие соответствует определенной категории и может быть реализовано как совокупность типовых элементов, включаемых в состав альтернативного варианта с помощью набора типовых операций, каждая из которых имеет определенную трудоемкость.

При выборе альтернативы наиболее соответствующей требованиям по стоимости, срокам реализации и другим специфическим требованиям целесообразно использование системы поддержки принятия решения (СППР) на основе модели производственного процесса. При этом СППР решает две основные задачи: выбор наилучшего решения из множества возможных (оптимизация) и упорядочение возможных решений по предпочтительности (ранжирование). В обеих задачах первым и наиболее принципиальным моментом является выбор совокупности критериев, на основе которых в дальнейшем будут оцениваться, и сопоставляться возможные решения (альтернативы).

Метод анализа иерархий (МАИ) используется во всем мире для принятия решений и разрешения проблем в разнообразных ситуациях: в бизнесе, промышленности, здравоохранении, образовании. Основное назначение метода - решение слабоструктурированных задач принятия решений.

Для компьютерной поддержки МАИ существуют программные продукты, разработанные различными компаниями. Среди изученных наиболее практичной для решаемой задачи показала себя программная система «MPRIORITY», некоторые возможности и диалоговые окна которой будут представлены ниже.

Метод анализа иерархий является одним из инструментов системного подхода к проблемам принятия решений. МАИ не предписывает лицу, принимающему решение (ЛПР), какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению.

При изучении какой-либо системы, человек производит ее декомпозицию на подсистемы, и затем, выявив отношения между подсистемами, производит ее синтез.

Декомпозиция и синтез используются в МАИ для создания структуры задачи принятия решений (ПР) - иерархии. В вершине иерархии, используемой в МАИ для представления задачи ПР, располагается основная цель, далее, на уровень ниже - подцели, и, наконец, на самом нижнем уровне - альтернативы, среди которых производится выбор (и)ли ранжирование.

Метод МАИ включает в себя следующие четыре этапа:

- Построение соответствующей иерархии задачи ПР (принятия решений).
- Парное сравнение всех элементов иерархии.
- Устранение при необходимости несогласованности матриц парных сравнений

- Математическая обработка полученной информации.

Рассмотрим формирование матриц парных сравнений на примере выбора предпочтительного варианта ювелирного изделия из 5 возможных альтернатив, в качестве которых используем:

- Брелок,
- Перстень,
- Сувенирная шариковая ручка,
- Запонки,
- Серьги.

В качестве критериев выберем следующие из набора возможных критериев, применяемых в ювелирном производстве:

- **Цена** - наиболее важный и широко применяемый критерий.
- **Срок исполнения** – отрезок времени за который может быть изготовлена партия изделий (часто для заказчика оно ограничено).
- **Надежность** – определяется количеством составных элементов изделия и способом их соединения.
- **Практичность** – возможность получения от изделия практической пользы.
- **Дизайн** – эстетические характеристики изделия.
- **Бренд (Уникальность)** – неповторимые, оригинальные, имидживые характеристики изделия.

Число и набор критериев в различных иерархиях могут варьироваться в зависимости от конкретной задачи выбора. Часть критериев может быть заданы в шкале отношений (цена, срок изготовления, надежность). Другие задаются в интервальной шкале. Исходные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Альтернатива	Цена (УЕ)	Срок Исполнения (Дни)	Надежность (0-1)	Практичность (1-9)	Дизайн (1-9)	Бренд (1-9)
Брелок	3	3	0,7	9	5	3
Перстень	9	9	0.4	3	7	5

Ручка	1	2	0,2	9	1	1
Запонки	15	10	0,5	5	3	3
Серьги	30	15	0,2	3	7	7

Дальнейшие расчеты выполним с помощью программной системы MPRIORITY. Иерархия для примера представлена на (рис. 1).

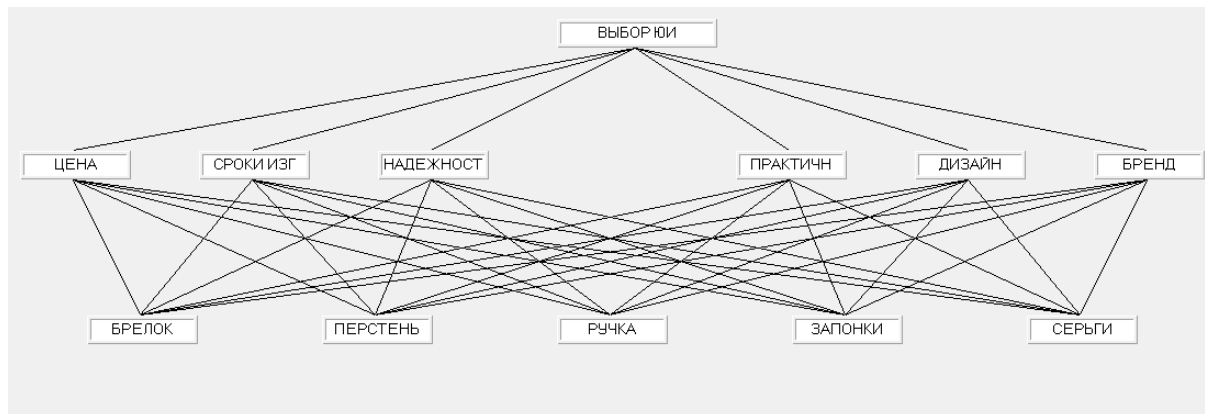


Рисунок 1. Пример иерархии МАИ

Следующим этапом (этапом 2) является осуществление парного сравнения отдельных компонент иерархии. Все результаты парных сравнений заносятся в соответствующую таблицу (матрицу парных сравнений), по которой потом проводятся необходимые вычисления.

На рис. 2. представлена такая таблица для иерархии. В таблице осуществляются сравнения объектов второго уровня иерархии (рис. 1) относительно главной цели “Выбор изделия”. Каждая ячейка таблицы (матрицы парных сравнений) предназначена для хранения результата сравнения двух соответствующих объектов. Согласно вектору приоритетов, расположенному в правой части диалогового окна «Работа эксперта» (рис. 2.), частный критерий “Цена” является наиболее предпочтительным. При этом система контролирует согласованность сравнений и информирует об этом пользователя.

Работа эксперта

Производим попарные сравнения относительно объекта
ВЫБОР ЮИ

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Приоритет
1. ЦЕНА	1	3	5	7	7	9	0,4658
2. СРОКИ ИЗГ	1/3	1	3	5	5	7	0,2542
3. НАДЕЖНОСТ	1/5	1/3	1	3	4	5	0,1354
4. ПРАКТИЧН	1/7	1/5	1/3	1	2	3	0,0667
5. ДИЗАЙН	1/7	1/5	1/4	1/2	1	2	0,0471
6. БРЕНД	1/9	1/7	1/5	1/3	1/2	1	0,0305

СЗ: 6,2829 Применить
ИС: 0,0565 Закрыть
ОС: 0,0456 Отмена

Исследовать

Улучшение согласованности исходных данных

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Сумма
1. ЦЕНА	0	1,16	1,56	0,01	2,87	6,23	11,85
2. СРОКИ ИЗГ	3,54	0	1,12	1,18	0,38	1,31	7,56
3. НАДЕЖНОСТ	5,29	3,53	0	0,96	1,12	0,56	11,49
4. ПРАКТИЧН	7,14	5,26	3,49	0	0,58	0,81	17,3
5. ДИЗАЙН	7,1	5,18	4,34	2,7	0	0,45	19,79
6. БРЕНД	9,06	7,12	5,22	3,45	2,64	0	27,51

Список нарушений условия транзитивности

Информация о нарушении транзитивности -- отсутствует!

Закрыть

Рисунок 2. Диалоговые окна СПП «MPRIORITY»

Аналогично заполняются таблицы парных сравнений альтернатив по всем критериям. При этом система контролирует согласованность сравнений и информирует об этом пользователя.



Рисунок 3. Окно результата СППР «MPRIORITY»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе особенностей жизненного цикла художественных изделий

- Для системы поддержки принятия решений выбран метод анализа иерархий
- Определены основные критерии выбора альтернатив (цена, срок изготовления, надежность, практичность, дизайн, бренд).
- Изучены основные системы принятия решений на основе МАИ Наиболее практичной для решаемой задачи из рассмотренных показала себя СППР MPRORITY.
- В СППР " MPRORITY составлены иерархии для решаемой задачи, составлены матрицы приоритетов, получены результаты предпочтений для выбора из пяти альтернатив.



УДК 004.052

ПРОТОТИП ГИБРИДНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИСХОДНОГО КОДА И ШАБЛОНОВ

Якимов И.А.,

научный руководитель канд. тех. наук. Кузнецов А.С.

Сибирский Федеральный Университет

Введение

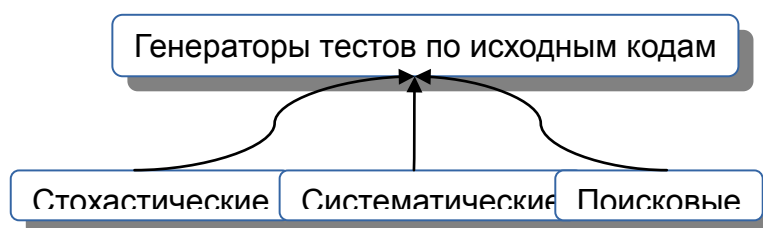
Тестирование играет огромную роль в цикле разработки программного обеспечения, это отражено в существовании такого подхода как разработка, направленная на тестирование – Test Driven Development, или кратко TDD (Dogša и др. 2011).

В данной работе были рассмотрены два подхода к автоматизации тестирования программного обеспечения, а так же описан инструмент, объединяющий их в одну гибридную систему. Первым подходом является генерация, основанная на исходном коде целевой программы. Вторым подходом является применение генераторов тестов по шаблону с описанием тестовых случаев.

В результате проделанной работы была получена гибридная система автоматизации тестирования программного обеспечения а так же показано, что при дальнейшей доработке она может увеличить производительность создания тестов в рамках парадигмы TDD. Данная разработка ориентирована на небезопасные языки программирования, так как использование именно таких языков сопряжено с порождением наиболее опасных ошибок. В частности, был выбран язык Си, вследствие его распространенности в промышленности.

Предметная область

Генераторы, основанные на исходном коде, разрабатываются с 1970-х годов (King 1976). На данный момент создано множество подобных систем, различающихся по высокоуровневому механизму. Приведем их классификацию с кратким описанием (Braione и др. 2013):



1. Стохастические – полагаются на алгоритмы случайного поиска для нахождения значений соответствующих выражений.

2. Систематические – используют в своей работе средства решения задач выполнимости булевых формул (SAT) в рамках комбинации теорий (SMT).

3. Поисковые – полагаются на функцию приспособленности в контексте метаэвристического поиска.

Т.к. информации, содержащейся непосредственно в исходных кодах достаточно только для небольшого набора тестов, в таких системах используются некоторые описанные дополнительно ограничения и свойства.

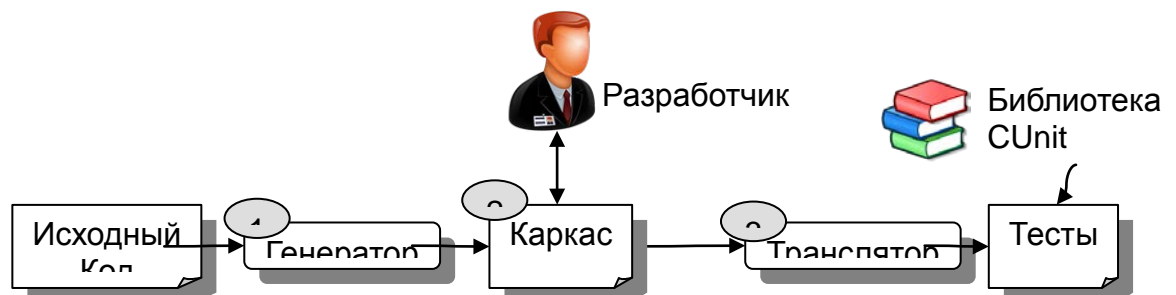
С другой стороны, примером генератора, основанного на шаблонах тестов, может быть система template-2-code, разрабатываемая в Институте Системного Программирования РАН. В данной системе используется специальных файл описания тестов для языков C/C++, основанный на стандарте xml. Разработчик тестов должен описать

тестовые случаи вручную, в виде шаблонов тестирования, которые затем транслируются в тесты на целевом языке.

Предлагаемая система

“Автоматические генераторы тестов медленно продвигаются от исследований к индустриальной практике” (Braione и др. 2013), также, насколько нам известно, языки описания тестов по спецификациям и генераторы тестов по шаблонам не нашли большого распространения в инженерии. Наиболее распространенной практикой является ручное написание тестов на том же языке, что и разрабатываемая система, с использованием различных тестовых библиотек.

В данной работе предпринята попытка объединить вышеописанные подходы в одну гибридную систему автоматизации тестирования. Для этого было разработано два прототипа – систематический генератор по исходным текстам и генератор по шаблону тестов. Схематически данная система представлена ниже.



1. Генератор создает каркас тестирования, полагаясь на исходные коды;
2. Разработчик добавляет в каркас необходимую семантику;
3. Транслятор преобразует полученный файл в тесты на целевом языке.

Отметим, что грамматика языка описания тестов, представленная в нотации Бэкуса-Нуара имеет следующий вид:

Пример работы

```

<test > ::= <suite-list> | ε
<suite-list > ::= <suite-list> <suite> | <suite>
<suite> ::= "id" ":" <case-list>
<case-list> ::= <case-list> <test-case> | <test-case>
<test-case> ::= <in-list> "=" "value" ";" | <in-list> "=" "undef" ";"
<in-list> ::= <in-list> "," "value" | "value"
<value> ::= "intconst" | "min" | "max" | "defval"
  
```

Чтобы лучше понять как работает система, рассмотрим конкретный пример. Пусть у нас имеется функция:

```

int min(int x, int y) {
    if (x < y) return x;
    else return y; }
  
```

Основной задачей генератора является нахождение значений предиката, описанного выше. Для этого ядро вызывает внешний Вычислитель (в данном случае это CVC4). Далее формируется каркас тестирования, как показано на рисунке ниже.

```

min:
-1, 0 => ?;
0, 0 => ?;
//Please, edit the skeleton.

```

Знак вопроса “?” означает, что разработчик сам должен определить семантику каждого тестового случая через посредство определения выхода функции. В нашем примере это должно быть -1 для пары (-1, 0) и 0 для пары (0, 0) соответственно.

```

min:
-1, 0 => -1;
0, 0 => 0;

```

Последней стадией является компиляция и запуск полученной программы.

Эмпирические исследования

Приведем еще несколько наиболее интересных примеров генерации тестов с использованием разработанной гибридной системы.

Предикат	Каркас	Утверждение
$((x + y) == z)$	0, 0, 0 => ?; 1, 0, 0 => ?;	CU_ASSERT(f(0, 0, 0) == 1); CU_ASSERT(f(1, 0, 0) == 0);
$((x \% 2) == 0) \&\& (x > 0)$	2 => ?; -1 => ?;	CU_ASSERT(f(2) == 1); CU_ASSERT(f(-1) == 0);
$(x > 10) \&\& (x < 100)$	11 => ?; 10 => ?;	CU_ASSERT(f(11) == 1); CU_ASSERT(f(10) == 0);
$!((x + y) > z)$	0, 0, 0 => ?; 1, 0, 0 => ?;	CU_ASSERT(f(0, 0, 0) == 1); CU_ASSERT(f(1, 0, 0) == 0);

Как видно из таблицы, система справляется с довольно сложными предикатами.

Заключение

В результате работы был разработан прототип гибридной системы автоматизации тестирования который сочетает подходы генерации по исходному коду а так же генерацию на основе шаблона. Была показана принципиальная возможность объединения этих подходов. Несмотря на некоторые ограничения, эмпирические исследования показали работоспособность данной системы в лабораторных условиях. В дальнейшем планируется: во-первых – сменить среду разработки с Flex/Bison на Clang/LLVM, во-вторых – добавить поддержку чисел с плавающей точкой, массивов, структур, указателей (Merz и др. 2012).

Список источников

- Dogša, T., Batič, D. (2011). The effectiveness of test-driven development: an industrial case study. *Software Quality Journal*, 19 (4), 643-661.
- King, J. C. (1976). Symbolic execution and program testing. *Communications of the ACM*, 19 (7), 385–394.
- Braione, P., Denaro, G., Mattavelli, A., Vivanti, M., Muhammad, A. (2013). Software testing with code-based test generators - data and lessons learned from a case study with an industrial software component. *Software Quality Journal*, 22 (2), 311-333.

ЗАДАЧА ИЕРАРХИЧЕСКИХ РАНЖИРОВАНИЙ ЭКСПЕРТНЫХ СУЖДЕНИЙ

Яршенко Д.И.

научный руководитель канд. тех. наук, доцент Якунин Ю.Ю.

Сибирский Федеральный Университет

Предлагается метод оценивания альтернатив, на основе мнений экспертов. Альтернативы представляют собой иерархию с некоторым количеством уровней. Метод оценивания производится по неполным результатам парных сравнений на последнем уровне иерархии. Оценки являются решениями системы линейных уравнений. На основе найденных оценок производится ранжирование альтернатив на каждом уровне.

Введение

В настоящее время представляют интерес экспертные оценки, которые являются распространенным способом получения и анализа качественной информации. Получение хороших результатов с помощью метода экспертных оценок во многом зависит от математических методов, с помощью которых осуществляется анализ и обработка экспертной информации [1]. В данной работе за основу взят метод строчных сумм, в котором каждая матрица сравнений «полна», т.е. для любых двух различных альтернатив содержит результат их сравнения, а также обобщение метода строчных сумм Чеботарева П.Ю., где матрицы парных сравнений заполнены лишь частично, например, если эксперт затрудняется ответить что-либо о соотношении альтернатив в некоторых парах.

Настоящая работа посвящена обобщению метода строчных сумм для иерархических ранжирований. В этом случае перед нами стоит задача проранжировать альтернативы находящиеся на каждом уровне иерархии, путем предоставления возможности экспертам попарно сравнить альтернативы на последнем уровне иерархии. Причем попарное сравнение альтернатив может выполняться частично. Попарное сравнение экспертами представляется в виде матриц отношений на последнем уровне иерархии, что является исходными данными для поставленной задачи.

Обобщение метода строчных сумм для иерархических ранжирований

Пусть имеется некоторая иерархия A (рис. 1).

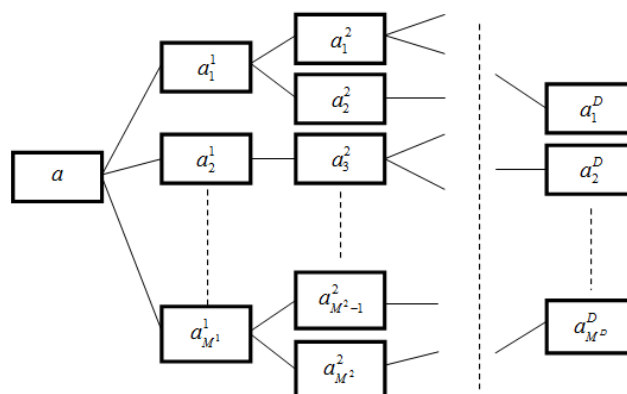


Рис. 1. Иерархия A

На каждом уровне иерархии содержится некоторое количество альтернатив $A^d = \{a_1^d, a_2^d, \dots, a_{M^d}^d\}$, где $d = \overline{1, D}$, D – количество уровней иерархии, $m^d = \overline{1, M^d}$, M^d – количество альтернатив на каждом уровне иерархии. Каждая альтернатива a_i^d на d -м уровне иерархии может иметь дочерние альтернативы на $(d+1)$ уровне, обозначим это отношение следующим образом: $R_{a_{m^d}^d} = \{a_{m^{d+1}}^{d+1}\}$, где $m^{d+1} = \overline{1, M_{a_{m^d}^d}^d}$, $M_{a_{m^d}^d}^d$ – количество дочерних альтернатив принадлежащих одной альтернативе на $(d-1)$ уровне.

Обозначим множество $T^d = \{T^{1d}, T^{2d}, \dots, T^{nd}\}$ парных сравнений альтернатив по предпочтительности на последнем уровне иерархии, где T^{kd} ($k = \overline{1, n}$, где n – количество экспертов) – матрица парных сравнений размерности $M^d \times M^d$, элемент которой t_{ij}^{kd} при $i \neq j$ выражает в некоторой шкале результат сравнения альтернатив a_i^d и a_j^d k -м экспертом. Диагональные элементы t_{ii}^{kd} не соответствуют никаким сравнениям и поэтому равны 0, т.к. альтернатива является несравнимой сама с собой. Матрицы T^{kd} являются частично определенными, т.е. если k -м экспертом альтернативы a_i^d и a_j^d ($i \neq j$) не сравнивались, то элементы t_{ij}^{kd} и t_{ji}^{kd} не определены, и поэтому в матрице на месте неопределенного элемента будет стоять пропуск «—». Т.к. эксперты выполняют попарное сравнение альтернатив по предпочтительности, в результате мы будем получать неколичественные парные сравнения. Для неколичественных парных сравнений элементы матрицы T^{kd} можно определять следующим образом:

$$t_{ij}^{kd} = \begin{cases} 1, & \text{если } a_i^d \succ a_j^d; \\ 0, & \text{если } a_i^d = a_j^d; \\ -1, & \text{если } a_i^d \prec a_j^d; \\ \text{"—"}, & \text{если объекты не сравнивались.} \end{cases}$$

Для того чтобы определить оценки альтернатив на последнем уровне иерархии будем использовать обобщенный метод строчных сумм П.Ю. Чеботарева [2]. Для начала найдем неполные строчные суммы s_i^d для матриц T^{kd} :

$$s_i^d = \sum_{\substack{j,k \\ \exists t_{ij}^{kd}}} t_{ij}^{kd}, i = \overline{1, M^d}, \quad (1)$$

вместо неопределенного элемента t_{ij}^{kd} , который обозначается как пропуски «—», будем использовать математическое ожидание $E_T(t_{ij}^{kd})$, которое пропорционально разности оценок сравниваемых альтернатив [2]:

$$E_T(t_{ij}^{kd}) = \varepsilon(x_i^d - x_j^d), \quad (2)$$

где ε – неотрицательная постоянная, а x_i^d и x_j^d истинные веса элементов t_{ij}^{kd} на основе мнений экспертов. Т.е. разность $(x_i^d - x_j^d)$ показывает, на сколько, истинный вес x_i^d i -ой альтернативы лучше истинного веса x_j^d j -ой альтернативы.

Найдем обобщенные строчные суммы x_i^d :

$$x_i^d = s_i^d + \tilde{s}_i^d, \quad \tilde{s}_i^d = \sum_{\substack{j,k \\ t_{ij}^{kd} \neq \emptyset}} E_T(t_{ij}^{kd}). \quad (3)$$

Для $E_T(t_{ij}^{kd})$ выполняются следующие ограничения:

$$-1 \leq E_T(t_{ij}^{kd}) \leq 1 \quad (\text{т.к. } -1 \leq t_{ij}^{kd} \leq 1), \quad (4)$$

$$-n(M^d - 1) \leq x_i \leq n(M^d - 1) \quad \text{и} \quad \sum_{i=1}^{M^d} x_i = 0, \quad (5)$$

(свойства строчных сумм).

В случае, когда матрицы отношений не имеют пропусков, обобщенные строчные суммы совпадают с обычными строчными суммами. Если имеют место пропуски, то x_i^d задаются математическим ожиданием E_T .

Для ε должно выполняться условие $\varepsilon |x_i^d - x_j^d| \leq 1$ (т.к. $E_T(t_{ij}^{kd}) \in [-1, 1]$).

Учитывая, что $\max |x_i^d - x_j^d| = 2n(M^d - 1)$, получаем ограничение для ε :

$$0 \leq \varepsilon \leq \frac{1}{2n(M^d - 1)}. \quad (6)$$

На основе формул (2) и (3) получаем не рекуррентные соотношения на x_i^d , которые позволяют записать систему линейных уравнений:

$$x_i^d = s_i^d + \sum_{\substack{j,k \\ t_{ij}^{kd} \neq \emptyset}} \varepsilon (x_i^d - x_j^d), \quad i = 1, M^d, \quad (7)$$

с ограничениями:

$$-n(M^d - 1) \leq x_i \leq n(M^d - 1), \quad \sum_{i=1}^{M^d} x_i = 0 \quad \text{и}$$

$$0 \leq \varepsilon \leq \frac{1}{2n(M^d - 1)}.$$

При $\varepsilon = 0$ обобщенные строчные суммы совпадают с неполными строчными суммами, которые, очевидно, дают неправильное итоговое упорядочивание. Поэтому рекомендуется устанавливать для ε наибольшее значение, т.к. если рассматривать крайний случай, когда истинный вес альтернативы x_i^d принимает самое наибольшее значение, а x_j^d самое наименьшее значение, то математическое ожидание $E_T(t_{ij}^{kd})$ равно

$$1, \quad \text{значит } \varepsilon \text{ должно принимать наибольшее значение: } \varepsilon = \frac{1}{2n(M^d - 1)}.$$

Решая систему линейных уравнений, мы находим веса альтернатив на последнем уровне иерархии. Теперь нам надо найти веса альтернатив находящихся на вышестоящих уровнях. Поэтому переходим от нормированной шкалы к вещественной шкале и получаем, что веса альтернатив на d -м уровне находятся как среднее арифметическое значение от весов дочерних альтернатив на $d + 1$ уровне.

Определение рангов

Имея веса всех альтернатив, входящих в иерархию, нам необходимо распределить альтернативы по рангам на каждом уровне. Известно, что альтернатива с наибольшим весом встает на первое место, альтернатива со следующим наибольшим весом встает на второе место и т.д. Если альтернативы имеют одинаковый вес, то они являются несравнимыми и встает на одно место. Таким образом, мы получаем максимальное количество рангов. Поэтому попробуем расположить альтернативы

таким образом, чтобы получить минимальное (идеальное) количество рангов, в том случае если необходимо объединить в один ранг близлежащие альтернативы.

Распределим альтернативы по рангам согласно методу « k ближайших соседей», основным принципом которого является то, что альтернатива присваивается тому рангу, который является наиболее распространенным среди соседей данной альтернативы [3]. Для этого необходимо определить длительность интервала q , который охватывает x_i^d ближайших значений весов альтернатив. Для нахождения этого интервала воспользуемся свойством строчных сумм: $-n(M^d - 1) \leq x_i \leq n(M^d - 1)$, и найдем максимальное и минимальное значение для значений истинных весов x_i альтернатив – \max_{x_i} и \min_{x_i} . Теперь, используя эти значения, найдем длительность интервала q :

$$q = \frac{\varepsilon_q (\max_{x_i} + \min_{x_i})}{M^d - 1}, \quad (8)$$

где для ε_q выполняется следующее ограничение $0 \leq \varepsilon_q \leq 1$. Очевидно, что при $\varepsilon_q = 0$ максимальное количество рангов сохранится. Для более точного определения значения ε_q необходимо найти сколько процентов пропусков содержится в матрицах отношений на d -м уровне иерархии. Найдем оценку пропусков, обусловленных тем, что альтернативы сравнивались не всеми экспертами:

$$K_z = \frac{2 \sum_{i>j} N_{ij}^{+d}}{nM^d(M^d - 1)}, \quad (9)$$

где N_{ij}^{+d} – суммы положительных элементов матриц отношений на d -м уровне иерархии. Как показало компьютерное моделирование, приемлемые нижние значения коэффициентов $-K_z \in [0,4; 0,5]$ [4]. При количестве пропусков больше 50% веса определяются с неприемлемо большими ошибками, поэтому примем $\varepsilon_q = 1$. Можно рекомендовать определять $\varepsilon_q = 2K_z$. После определения интервала q , мы можем распределить альтернативы по рангам. Следовательно, альтернативы являются эквивалентными, если $|x_i^d - x_j^d| < q$. Таким образом, мы получаем минимальное число рангов.

Вывод

Проведенные эксперименты показали адекватность метода, который позволяет проранжировать альтернативы на каждом уровне иерархии на основе мнений экспертов на последнем уровне.

Список литературы

1. Литвак Б.Г. Экспертная информация: Методы получения и анализа. – М.: Радио и связь, 1982. – 184 с., ил.
2. П.Ю. Чеботарев, Обобщение метода строчных сумм для неполных парных сравнений, Автомат. телемех., 1989, выпуск 8, 125–137.
3. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. – Новосибирск: ИМ СО РАН, 1999.
4. Даничев А.А. Методы и алгоритмы обработки данных в порядковых шкалах для систем поддержки принятия решений: Дис. канд. тех. наук. Красноярск. 2005. – 127 с.