

МОДЕЛЬ СОСТАВЛЕНИЯ РАБОЧИХ СМЕСЕЙ ИСХОДНОЙ РУДЫ

С.Абгарян, С.Кюрегян

В горнообогатительных отраслях промышленности нередко возникают проблемы составления таких рабочих смесей (на основе исходных материалов), которые обеспечивали бы получение конечного продукта, обладающего определенными свойствами. При этом свойства отдельных исходных материалов переносятся на конечный не в одинаковой мере. Все вычисления, связанные с приготовлением такого рода смесей, проводятся с тем расчетом, чтобы получить заданные показатели при минимальных материальных затратах. На этой основе строится задача на оптимум.

Как известно, извлечение  $\varepsilon$  ценного компонента в концентрате зависит не только от содержания данного компонента в концентрате, но и от его %-го содержания в исходной руде, т.е. от типа руды [1]. Как известно [2], наибольшее извлечение молибдена в концентрат  $\varepsilon_{\max} = 0,89$  получается при содержании молибдена  $\alpha_{\text{опт}} = 0,0532\%$  в исходной руде. Для получения руды с указанным содержанием молибдена необходимо перемешивать в определенных пропорциях руду с разными содержаниями молибдена  $\alpha_i$  для получения рабочей смеси — шихты. Получение нужного качества конечного продукта является основной целью составления шихты.

Из уравнения материального баланса для чистого молибдена (без учета потерь) определим процентное содержание  $\beta$  молибдена в концентрате:

$$\beta = \frac{1}{\gamma} \sum_{i=1}^n Q_i \Delta \alpha_i$$

где  $\gamma$  — масса молибдена;  $\Delta \alpha_i = (\alpha_i - \alpha_0)$  — степень обогащения;  $\alpha_i$ ,  $Q_i$  — соответственно содержание молибдена в руде и масса руды  $i$ -го карьера;  $\alpha_0$  — содержание молибдена в хвосте;  $n$  — число карьеров.

На  $\beta$  накладываются ограничения:  $\beta_{\min} \leq \beta \leq \beta_{\max}$ . С другой стороны, очевидно, что:  $Q \alpha_{\text{опт}} = \sum Q_i \alpha_i$ , где  $Q = \sum Q_i$  — общий вес руды, поступающей на обогащение.

Если обозначить через  $q$  долю потерь молибдена при переработке руды, то с учетом приведенных ограничений можно составить следующую систему уравнений:

$$\begin{aligned} \sum b_i \Delta \alpha_i &\leq (1-q)z\beta_{\max} \\ \sum b_i \Delta \alpha_i &\geq (1-q)z\beta_{\min} \\ \sum b_i \alpha_i &= \alpha_{\text{опт}} Q \\ \sum b_i &= 1, \end{aligned}$$

где  $b_i = Q_i / Q$ ;  $z = \gamma / Q$ .

Решая полученную систему уравнений относительно  $b_i$ , находим значения масс  $Q_i$ , обеспечивающих требуемое  $\alpha_{\text{опт}}$  при перемешивании руды. Результаты расчетов сохраняют свои значения в пределах допустимых значений  $\alpha_i$ .

Применение предложенной модели на Каджаранской обогатительной фабрике позволило увеличить извлечение молибдена из руды примерно на 5%.

Литература

Сорокер А.В., Швиденко А.А. Управление параметрами флотации. — М.: Недра, 1979. — 231с.

Абгарян С.В. Оптимизация режимов технологического процесса флотации // Изв. НАН и ГИУ РА. Сер. ТН, т.51, №. 1, 1998. — С. 67 — 71.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА

С.Кюреган, С.Абгарян, А.Меджлумян, А.Мхитарян, Г.Кюреган

С появлением мощных пользовательских компьютерных программ становится реальным применение математических моделей физиологических систем для диагностики и лечения болезней, изучения патологий и экстремальных ситуаций.

Организм состоит из ряда сложных физиологических систем, взаимодействующих, как между собой, так и с окружающей средой. Поэтому достаточно полезным может оказаться применение даже упрощенных моделей систем организма, реализованных с помощью компьютеров, что позволит учесть значительно больше факторов и перебрать во много раз больше вариантов, чем это может сделать врач или физиолог, использующий обычные методы анализа [1].

Рассмотрим дыхательную систему, тесно взаимодействующую прежде всего с сердечно-сосудистой, обменной системами и связанную с параметрами воздушной среды. Еще в 1963г. Фредом С. Гродинзом [2] была предложена модель дыхательной системы в виде системы автоматического регулирования концентраций кислорода ( $O_2$ ), углекислого газа ( $CO_2$ ) и водородных ионов ( $H^+$ ) в артериальной крови, управляющим воздействием в которой являлась легочная вентиляция, представленная уравнением Грея. Управляемая часть модели описывается уравнениями газодинамики в легочном и тканевом резервуарах, связанных циркулирующим кровотоком, за счет диффузии через мембраны.

Нами была поставлена цель получить описание дыхательной системы в пространстве переменных состояния, что полноценно раскрывает модель Гродинза, как систему управления. Были учтены инерционности воздействий переменных в модели Грея [1]. Уравнения газодинамики составлены с общепринятыми для дыхательной системы допущениями [1-4]. Кривая диссоциации  $CO_2$  была линеаризована на линейном участке [4]. Влияние физической нагрузки, выраженное дополнительным потреблением  $O_2$  было учтено в уровне метаболизма. Введена инерционность изменения кровотока при выполнении физической работы.

В результате получена система из девяти нелинейных дифференциальных уравнений в переменных состояния, где в качестве последних приняты концентрации  $O_2$  и  $CO_2$  в альвеолах и тканях, отклонения от норм напряжений  $O_2$  и  $CO_2$  и концентрации  $H^+$  в артериальной крови, альвеолярная вентиляция и кровоток. За входные (возмущающие) воздействия приняты концентрации  $O_2$  и  $CO_2$  в окружающей среде, метаболическое выделение  $CO_2$  и физическая нагрузка. Выходными переменными модели являются напряжения  $O_2$ ,  $CO_2$  и концентрация  $H^+$  в артериальной крови.

Составлена программа в среде MATLAB для решения полученных уравнений. Имитировались режимы 5% содержания углекислого газа в окружающей среде, кислородное голодание, воздействия метаболизма и физической нагрузки. Результаты решений достаточно хорошо согласуются с содержащимися в литературных источниках [1-4] экспериментальными данными.

### Литература

Теоретические исследования физиологических систем. Математическое моделирование/Под общ. ред. Н.М.Амосова. - Ки-ев: Наук. думка, 1977. - 246с.

Гродинз Ф. Теория регулирования и биологические системы. - М.: Мир, 1966. - 254с.  
Инженерная физиология и моделирование систем организ-ма/Под ред. В.Н.Новосельцева. - Новосибирск: Наука, 1987. - 236с.  
Гонджилашвили Я.И., Кофарнек И., Брелидзе З.А. Моделирование динамики газообмена в организме и ее анализ посредством имитационных экспериментов на ЭВМ. Труды Грузинского Республиканского научного биомедицинского технического общества", т. VI. - Тбилиси: Мецниереба, 1984. - С.115-132.

## ИМПУЛЬСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИНХРОННОЙ МАШИНОЙ

Ж. Давидян

Синхронные электродвигатели обладают высокими приводными и экономическими характеристиками. Однако управление скоростью синхронной машины вызывает определенные трудности. Принятыми в настоящее время являются частотное управление и управление в режиме вентильного двигателя при питании машины от специального источника переменной частоты и напряжения - тиристорного преобразователя частоты со звеном постоянного тока.

Указанные системы обладают заметными недостатками:

- высокая материалозатратность и высокая стоимость тиристорного преобразователя частоты.

- проблемы с коммутацией тиристорных инверторов при малых скоростях в переходных перегрузочных режимах.

Разработан и исследован альтернативный способ импульсного управления синхронной машиной, который является развитием разработанного и реализованного на практике способа импульсного пуска синхронной машины [1]. Этот способ свободен от указанных недостатков и в определенной области параметров предпочтительнее традиционных синхронных приводов.

Суть импульсного управления синхронной машиной заключается в следующем. Обмотки якоря синхронной машины соединяются непосредственно с сетью переменного тока через встречно-параллельные пары тиристорных (тиристорный коммутатор). Индуктор возбуждается постоянным током. В обмотку якоря возбужденной машины непосредственно от сети через тиристоры пропускаются единичные импульсы тока, которые синхронизированы с положением ротора. Эти импульсы тока, взаимодействуя с потоком возбуждения ротора, создают импульсы вращающего момента. Параметры импульсов тока - длительность, площадь, положение, скважность - плавно регулируются изменением фазы отпирающих импульсов тиристорных. Тем самым регулируется величина якорного тока и, соответственно, вращающего момента.

Учитывая импульсный характер процесса и алгоритмические запреты, которые создаются при несовпадении полярности импульсов с полярностью вращающегося ротора, с повышением частоты вращения увеличивается относительная продолжительность пауз и уменьшается частота импульсов тока в обмотке статора. Вследствие этого характеристика момента и тока носит убывающий от частоты характер. Вследствие импульсности процесса имеет место относительное превышение эффективного значения тока над средним. Соответственно, кратность тока статора превышает кратность момента примерно в 2-2,5 раза. Номинальный ток двигателя должен вписываться в указанную кратность тока.

Область работы привода ("момент нагрузки-скорость вращения") должна находиться под характеристикой системы ("вращающий момент-частота вращения, приведенная к частоте сети"). Установленная мощность и номинальная частота вращения приводного двигателя выбираются, исходя из указанных условий.

Система импульсного управления имеет меньший состав силового оборудования, массо-габариты и стоимость которого примерно в 2-3 раза меньше, чем традиционных тиристорных систем со звеном постоянного тока.

Системы импульсного управления целесообразны для низкоскоростных приводов. В этих случаях возможно исключение редукторов за счет увеличения установленной мощности синхронного двигателя, что экономически и эксплуатационно оправдано.

#### Литература

Давидян Ж.Д. Системы импульсного пуска мощных синхронных машин. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук./ Ереван, ГИУА, 1999 г.

### К АНАЛИЗУ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ АВТОГЕНЕРАТОРНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Ю. Манукян

Нами рассмотрен управляемый электронный автогенератор, где угол поворота преобразуется в величину коэффициента взаимной индуктивности, которая изменяет величину коэффициента положительной обратной связи электронного LC-автогенератора. Указанное изменяет амплитуду и форму автоколебаний токов и напряжений. Изменение постоянной составляющей выходного тока усилительного элемента, в качестве которой служит биполярный транзистор, является выходной величиной данной преобразовательной системы. Нелинейный элемент в данном автогенераторе обеспечивается последовательно активным и насыщенным состояниями транзистора.

Достоинство рассматриваемой преобразовательной системы в том, что схема проста, так как на одном транзисторе реализуются четыре функции: 1) генерирование колебаний; 2) преобразование величины взаимной индуктивности в амплитуду колебаний (модуляция); 3) усиление колебаний благодаря положительной обратной связи в автогенераторе; 4) выделение постоянной составляющей выходного тока транзистора (демодуляция).

Форма колебаний существенно отличается от гармонических. Поэтому в обобщенном анализе автогенераторного преобразователя для описания движения используем корневой метод с учетом активного и насыщенного состояний транзистора.

Эквивалентная схема индуктивности колебательного контура нами рассматривалась в двух вариантах: 1) последовательное соединение индуктивности с активным сопротивлением; 2) параллельное соединение индуктивности с активным сопротивлением потерь. В первом варианте время пребывания транзистора в насыщенном состоянии определяется из условия  $I_k < \beta I_{\delta}$ , где  $I_k$  - ток коллектора,  $I_{\delta}$  - ток базы транзистора по схеме с общим эмиттером. Здесь выражения для указанного времени и выходной величины системы получаются громоздкими, общие соотношения

сложными, мало удобными для расчетов и выбора оптимальных параметров и режимов. Второй вариант эквивалентной схемы обмотки индуктивности существенно упрощает выражения. В обобщенном анализе автогенераторного преобразователя освещены предпочтительные амплитуды колебаний, соотношения между длительностями активного и насыщенного состояний транзистора, соотношения между параметрами схемы в зависимости от желаемого уровня выходной величины.

Расчет конкретной схемы преобразовательной системы использует выражения чувствительности корней характеристического уравнения системы [1], обеспечивая предпочтительные соотношения на основе обобщенного анализа системы. Полученные результаты по выбору предпочтительных параметров и режимов работы схем хорошо совпадают с рекомендациями для систем с почти гармоническими колебаниями [2]. В частности, требуются минимальные активные потери в системе, условия оптимальной связи и др.

Таким образом, даны анализ работы и рекомендации по выбору предпочтительных параметров и режимов работы автогенераторного преобразователя, построенного на одном биполярном транзисторе, работающего последовательно в активном и насыщенном состояниях.

#### Литература

Методы теории чувствительности в автоматическом управлении. /Под ред. Е.И. Розенвассера и Р.М. Юсупова, "Энергия", Ленинградское отделение, 1971  
Манукян Ю.С. Выбор характеристик усилительного элемента и некоторых параметров автогенераторного преобразователя для гальванометрических автокомпенсаторов. Автоматика и вычислительная техника: Межвузовский сборник научных трудов. Серия XV, вып. II, Ереван, 1976.

### МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ (САР) ДЛЯ ДВУХПРИВОДНЫХ РАЗГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

Э. Мхитарян, К. Маилян, М. Яхшибекян

Разработке конкретной конструкции системы автоматического регулирования (САР), подлежащей установке на эксплуатируемый разгрузчик, должна предшествовать экспериментальная проверка удовлетворительности предложенных теоретических представлений и расчетных моделей. Проверка может быть выполнена на специальной экспериментальной установке, элементом которой является исследуемая САР, причем, нагрузочное устройство и регулирующие элементы должны допускать воспроизведение совокупности режимов работы, реализуемых при загрузке и выгрузке сыпучих материалов в хранилищах.

Регулятор, в качестве которого использовано тиристорное устройство типа КТУ-2, подключен входными зажимами к силовой сети и может управляться с помощью регулятора напряжения, либо от отдельного источника напряжения.

К выходным клеммам ТРН подключен асинхронный двигатель, на валу которого установлено нагрузочное устройство, представляющее собой электромагнитную муфту скольжения.

Выбор такого нагрузочного устройства является удовлетворительным, поскольку спектральная плотность нагрузки шнекового разгрузчика смещена в область

весьма низких частот и быстродействие индукционного нагрузочного устройства является удовлетворительным. При необходимости определения реакции системы на нормированный сигнал приближение фронта ступеньки нагрузки к прямоугольному осуществляется с помощью форсировки.

Для упрощения экспериментальной установки обратная связь по нагрузке вводилась с помощью трехфазного трансформатора тока, поскольку при каждом фиксированном напряжении действие трансформатора тока оказывается полностью аналогичным действию системы с датчиком мощности. Постоянная времени схемы была увеличена при помощи RC контура, подключенного на выходе схемы измерения.

Сопоставление результатов экспериментальных исследований с конкретными условиями работы произведено в результате обобщения экспериментальных данных, полученных при использовании методики анализа стандартных сечений пространства параметров, суть которого заключается в том, что, если считать, что работа системы описывается, как вектор в многомерном пространстве, координатами которого являются параметры управления, измерения и нагрузочных режимов работы, то рассмотрение работы системы в указанном пространстве параметров может быть экономичным, только в том случае, если выделяется определенная совокупность "сечений" этого пространства параметров, с помощью которого исследуются зоны, полагаемые характерными с точки зрения целей исследования. Такими зонами в рассматриваемом случае являются статические характеристики для предельных изотерм, т.е. совокупности режимов работы, при которых нагрев двигателя является предельно допустимым.

Дополнительная информация о работе системы при стохастической нагрузке может быть получена с помощью стандартного набора входных нагрузочных импульсов с последующим пересчетом результатов эксперимента по известным методикам. Указанные положения являются исходными при построении методики проведения эксперимента.

## ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ ПРИ УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

*Э. Карслян, Г. Агамян*

Часто методы анализа индустриальной прибыльности основываются на предположении, что исследователь имеет совершенное представление о будущем в случае, когда для принятия решений об инвестиционном проекте оно необходимо. Каждое решение об объеме продукции, размерах вложений, операционных расходах, ценах, продолжительности проекта и т. п. является логическим результатом предположения об известном развитии событий в будущем. Тем не менее, в действительности всегда существует неопределенность относительно будущего. В редких случаях предполагаемые события происходят так, как предполагалось. Практически все инвестиционные решения принимаются в условиях некоторой неопределенности (например, риск связанный с инвестициями). Исследователь всегда должен решать, позволяет ли вероятность подобных рисков одобрение проекта.

Каждая простая переменная, входящая в расчет прибыльности инвестиций, может быть источником неопределенности большей или меньшей важности. Некоторыми из наиболее распространенных источников неопределенности являются

размер инвестиций, операционные расходы, доход от продаж, период (фазы) проекта и т.д. Основной задачей оценки является определение специфичных источников неопределенности, к которым и будет применяться анализ.

Неопределенность обычно возникает вследствие того, что невозможно предсказать различные переменные и, соответственно соотношение доходов и издержек по мере их возникновения. Одними из самых важных причин непредсказуемости в подобном анализе являются: а) инфляция – изменение цен зависит от тако-го множества факторов, что их полная оценка невозможна, б) технологические изменения – новые технологии корректируют оценки и параметры проекта, в) предполагаемые в проекте производственные мощности могут быть недостижимы, г) размеры инвестиций и сроки определенных заданий часто бывают недооценены. Некоторые типы неопределенностей находятся вне контроля планирующих. Степень риска, ассоциирующаяся с инвестиционным проектом, может быть снижена либо через ранние шаги по работе с неопределенностью, либо путем замены более рискованной альтернативы на менее рискованную. Здесь оценка степени неопределенности является ключевым этапом исследования. Подходы в работе с неопределенностью различаются по своей сложности и эффективности. Мы предлагаем эконометрический подход в качестве инструмента анализа уровня неопределенности. Этот подход основывается на исторических данных, которые часто доступны для упомянутых источников неопределенности (например, инфляции). Несмотря на то, что получить одну точную величину исследуемой переменной (неопределенности) часто невозможно, доверительный интервал или оценка, легко получаемые при помощи этого метода, являются важным вкладом в эффективность исследования.

Метод экстраполяции, будучи достаточно распространенным, основывается на экстраполяции прошлых данных и включает определение тренда и идентификацию ее параметров. Ниже представлены две альтернативные кривые прогнозирования: 1) Арифметический (линейный) тренд. Уравнение имеет следующий вид:  $Y = a + bT$ , где  $Y$  – прогнозируемая переменная, а  $T$  – необходимо оценить. 2) Экспоненциальный тренд. Уравнение имеет следующий вид:  $Y = ae^{bt}$  или  $\ln Y = \ln a + bT$ . Этот тренд предусматривает постоянный темп роста  $b$  в каждый период. Первый шаг к измерению тренда – это определение скользящей средней на два или три года, для того чтобы скорректировать значительные годовые колебания. Если кривая скользящей средней получается гладкой, то структура роста наблюдаема. Какой бы метод ни выбирался, неопределенности, связанные большинством из инвестиционных проектов, требуют тщательного анализа и оценки их источников.

## РАЗРАБОТКА АППАРАТУРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОЗОНА, ДВУОКСИЕЙ СЕРЫ И АЗОТА АТМОСФЕРЫ.

*П. Матевосян, М. Мнацаканян, С. Саркисян, М. Аюпян*

По данным многочисленных литературных источников, в частности [1, 2], за последние несколько десятков лет заметно увеличилось содержание в атмосфере различных вредных газовых составляющих, в том числе двуокисей серы и азота, вызывающих кислотные дожди, из-за которых в Европе погибло 100 тысяч и повреждено более 1 миллиона гектаров лесов. В радиусе 30 км вокруг металлургического завода Садбери в штате Онтарио погибла вся растительность [1]. Кислотные дож-

ди вызывают некрозы и хлорозы листьев деревьев, что приводит к уменьшению их размеров и преждевременному выпадению, снижает урожайность садов и особенно овощей. Кислотные дожди нарушают биохимические процессы в почве, разрушают их строения и т.д.

Для измерения  $SO_2$  и  $NO_2$  в атмосфере в настоящее время применяют в основном спектрографы, которые требуют специальных стационарных условий эксплуатации, охлаждение элементов прибора и непригодны для работы в полевых условиях [3].

Нами разработаны схемы измерителей двуокисей серы и азота, основанные на недисперсионных методах измерения. Приборы предназначены для измерений в видимой части спектра солнечной радиации, где имеет место наименьшее влияние полос поглощения других газов атмосферы, а также не требуется специального охлаждения элементов прибора. В основу создания приборов положены кюветы с разным наполнением измеряемых газов с последующей обработкой и усилением результатов измерений с помощью операционных усилителей. В настоящее время осуществляется изготовление макетов указанных приборов.

Существенное вредное влияние на живые организмы и растения оказывает повышенная ультрафиолетовая (УФ) радиация Солнца из-за уменьшения озонового слоя атмосферы. Для измерения озона и УФ радиации Солнца нами изготовлены измерители, которые в настоящее время эксплуатируются на озонометрических пунктах Севана и Еревана. Накопленные нами данные за 1993-98 гг. свидетельствуют, что озоновый слой над территорией Армении в среднем сократился за эти годы на 9 %.

В то же время, по данным онкологического центра Армении, число раковых заболеваний кожи человека увеличилось на 35-40%.

Для уменьшения вредного влияния  $SO_2$  и  $NO_2$  атмосферы следует в первую очередь, по возможности, ограничивать их выбросы в атмосферу, а также применять щелочные вещества для их нейтрализации в атмосфере. От вредного влияния УФ радиации рекомендуется, особенно в дневные часы, находиться под укрытием, использовать зонты, одевать широкополые шляпы.

#### Литература

1. Ю.А. Израэль, И.М. Назаров, А.Я. Прессман, Ф.Я. Ровинский, А.Г. Рябошап, Л.М. Филипова. Кислотные дожди. Ленинград: - Гидрометеоздат, 1989 г.
2. М.И. Будыко. Эволюция биосферы. Ленинград: - Гидрометеоздат, 1984 г.
3. В.Е. Зуев, Ю.С. Макушкин, Ю.И. Пономаров. Спектроскопия атмосферы. Ленинград: - Гидрометеоздат, 1987 г.

ՕՊՏԻՄԱԼ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐՈՒՄ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՆՊԱՏԱԿԻ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ  
ՇԵՂՈՒՄԻՑ ՆՊԱՏԱԿԱՅԻՆ ՖՈՒՆԿՑԻԱՅԻ ՓՈՓՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

Ս. Սահակյան

Համակարգերի օպտիմալ կառավարման դեպքում գործընթացները և նպատակային ֆունկցիայի մեծությունը կախված են կառավարման նպատակի պարամետրերից՝ եզրային պայմաններից, եզրային պայմանները առաջադրվում են գործնական պահանջներից: Այդ պարամետրերը կարող են տրված լինել որոշակի ճշտությամբ կամ կարող են ընտրվել առաջադրված թույլատրելի բազմությունից: Օպտիմալ կառավարման սինթեզի դեպքում

նպատակի պարամետրերը կարող են շեղված լինել առաջադրված արժեքներից: Մեծ ճշտության ապահովումը կարող է կապված լինել մեծ ծախսերի հետ: Հետևաբար նպատակային ֆունկցիայի փոփոխության գնահատման և եզրային պայմանների ընտրության խնդիրները ունեն գործնական նշանակություն: Գործնականում լայն տարածում ունեն կառավարման ավտոմատ համակարգերը: Կրճարկները մեկ անհայտով էքստրեմումի հետևյալ խնդիրը այդպիսի համակարգերի համար:

$$I = \int_{x_0}^{x_1} F(y(x); \dot{y}(x)) dx \rightarrow \min \quad (1)$$

$$\begin{cases} x = x_0 & y(x_0) = Y_0 \\ x = x_1 & y(x_1) = Y_1 \end{cases} \quad (2)$$

Ենթադրենք որոշ ֆունկցիաների դասում  $y(x)$ -ը (1-2) խնդրի օպտիմալ լուծումն է: Զննարկենք այն դեպքը, երբ փոփոխության է ենթակա արգումենտի  $x_1$  աջակողմյան եզրը: Առաջադրված հարցերը պարզաբանելու համար բացահայտենք  $I(x_1)$  ֆունկցիայի բնույթը: Կարիացիայի ընդհանուր բանաձևից  $1/I(x_1)$  ֆունկցիայի փոփոխման արագությունը (ըստ  $x_1$  արգումենտի) որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$\frac{\partial I(x_1)}{\partial x_1} = (F - \dot{y}F_{\dot{y}})_{x_1} \quad (3)$$

Այդ արտահայտության աջ մասը (1-2) խնդրի համիլտոնյան արտահայտությունն է, որը, ինչպես և բխում է էյլերի հավասարումից  $1/I$ ,  $[x_0; x_1]$  միջակայքում ընդունում է հաստատուն արժեք.

$$(F - \dot{y}F_{\dot{y}})_{x_1} = F - \dot{y}F_{\dot{y}} = C = \text{const} \quad (4)$$

C-ի արժեքը կախված կլինի  $x_1$ -ից ( $C=C(x_1)$ ) և կարող է ունենալ ինչպես դրական, այնպես էլ բացասական արժեքներ: Արգումենտի ազատ եզրի դեպքում, եթե գործընթացը օպտիմալ է, ապա տեղի ունի հետևյալ պայմանը  $1/I$ .

$$C = C(x_{10}) = 0:$$

Այսինքն  $x_1$ -ի  $x_{10}$  արժեքը  $I(x_1)$  ֆունկցիայի էքստրեմումի կետն է.

$$\left. \frac{\partial I(x_1)}{\partial x_1} \right|_{x_1=x_{10}} = 0: \quad (5)$$

էքստրեմումի բնույթը կարելի է պարզել  $x_{10}$  կետում  $I(x_1)$ -ի երկրորդ կարգի ածանցյալի նշանով:

Որոշակի ձևափոխություններից հետո ստացվում է.

$$\frac{\partial^2 I(x_1)}{\partial x_1^2} = \frac{dC(x_1)}{dx_1} = -\frac{1}{2} [\ddot{y}\ddot{y} \cdot F_{\ddot{y}\ddot{y}}]_{x_1}: \quad (6)$$

Օգտվելով (3) և (6) արտահայտություններից, կարելի է որոշել նպատակային ֆունկցիայի  $\Delta I$  շեղումը  $\Delta x_1$  շեղման դեպքում.

$$\Delta I(x_1) = (F - \dot{y}F_{\dot{y}})_{x_1} \cdot \Delta x_1 - \frac{1}{4} (\ddot{y}\ddot{y}F_{\ddot{y}\ddot{y}})_{x_1} \cdot \Delta x_1^2: \quad (7)$$

$x_1$  եզրային պարամետրը թվյալատրելի ( $x_{11}, x_{12}$ ) տիրույթում ընտրվում է հետևյալ կերպ. (5)-ից որոշվում է  $x_{10}$  էքստրեմումի կետը: Եթե  $X_{10} \in [X_{11}; X_{12}]$  տիրույթին, ապա ընտրվում է  $x_1 = x_{10}$ : Հակառակ դեպքում ընտրվում է տիրույթի այն եզրային արժեքը, որն ավելի մոտ է  $x_{10}$  կետին:

Գրականություն

1. Блисс Г.А. Лекции по вариационному исчислению. - М., 1950. - 349 с.

## СРЕДСТВО ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМА НЕФТЕПРОДУКТОВ В МЕРАХ ПОЛНОЙ ВМЕСТИМОСТИ.

А. Акопян, Р. Акопян

Закон "О единстве измерений" требует равнозначного метрологического обеспечения коммерческого учета нефтепродуктов при всех транзакциях — приеме, отпуске, транспортировании и хранения, начиная с нефтеперерабатывающего завода и кончая конечным потребителем. Этому требованию не удовлетворяет существующая практика учета количества нефтепродуктов в мерах полной вместимости — автоцистернах, прицепах-цистернах, полуприцепах-цистернах, что является причиной возникающих конфликтов на АЗС. Согласно действующим нормативным документам, масса нефтепродуктов в мерах полной вместимости определяется по результатам предварительных измерений температуры и плотности продукта в отобранной пробе и приблизительного контроля соответствия уровня топлива указателю номинальной вместимости, установленному в горловине емкости.

Однозначное определение массы нефтепродукта возможно лишь посредством измерения сверхнормативных недоливов или переливов с учетом температурного расширения жидкости и допустимых отклонений (погрешности поверки) вместимости цистерны.

В результате теоретических исследований для достижения указанной цели предлагается новый способ и реализующее его средство измерения — специальная мерная линейка, состоящая из двух шкал: вместимости и температуры. Шкала вместимости содержит расположенную симметрично относительно нулевой риски зону допустимых отклонений (зону допуска), за пределами которой снизу и сверху расположены зоны, разградуированные соответственно на сверхнормативный объем (в литрах) недолива или перелива.

Относительно нулевой риски шкалы температуры, совпадающей с серединой зоны допуска, расположены снизу — зона нагрева и сверху — зона охлаждения продукта, разградуированные на температурные поправки (в  $^{\circ}C$ ).

После налива достаточно совместить середину мерной линейки с указателем на горловине и по линии смоченности в зонах недолива или перелива шкалы вместимости определить объем недолитой или перелитой жидкости.

Перед сливом предварительно измеряется температура продукта, определяется разница (поправка) с температурой при наливе (отраженной в товарно-транспортной накладной) и соответствующая риска шкалы температуры совмещается с указателем. Недолитый или перелитый объем определяется аналогично, по линии смоченности в зонах недолива или перелива шкалы вместимости. Линейные размеры шкал

мерной линейки зависят от номинальной вместимости транспортного средства и типа нефтепродукта.

Внедрение описанного способа и средства измерения количества нефтепродуктов в автотранспортных перевозках позволит повысить оперативность и точность учетно-расчетных операций на нефтебазах и АЗС.

## ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАЗМЕЩЕНИЕМ ИНФОРМАЦИИ ПО СЕРВЕРАМ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕТЯХ С МАЛОЙ ЗАГРУЗКОЙ КАНАЛОВ

Г.Кюреgian

Известно, что для информационных сетей с малой загрузкой каналов среднее время задержки при передаче информации существенно зависит от способа размещения информации по серверам информационной сети [1]. Однако, исследование подобных систем аналитическими методами и оценка временных характеристик на уровне средних не всегда могут быть получены, так как подобные системы описываются сложными функциональными уравнениями.

В общем случае суммарное время задержек при передаче информации по всем каналам в единицу времени можно представить в следующем виде [2]:

$$f = \sum_{i \rightarrow j} \lambda_{ij} z_{ij} = \sum_{i \rightarrow j} \rho_{ij} \left( 1 + \frac{\rho_{ij}}{2(1 - \rho_{ij})} \right), \quad (1)$$

где  $\lambda = \{\lambda_{ij}\}$  — интенсивности передачи информации по каналу от узла  $i$  к узлу  $j$ ;  $Z = \{z_{ij}\}$  — среднее время задержки при передаче информации по каналу от узла  $i$  к узлу  $j$  ( $Z = W + T$ , где  $W$  — общее время ожидания в очереди,  $T$  — общее время передачи);  $\rho_{ij}$  — загрузка канала от узла  $i$  к узлу  $j$ .

Построим целевую функцию, минимизирующую среднее время передачи информации в сети:

$$\tau = \frac{\sum_{k=1}^M n_k \tau_k}{n} \rightarrow \min_{\tau_k} \quad (2)$$

со следующими ограничениями [3]:

$$1. \sum_{i=1}^K x_{ij} V_i \leq S_j, \quad 2. \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^N x_{ij} = 1,$$

где  $n_k, \tau_k$  — соответственно количество передач и среднее время передачи  $k$ -го блока информации ко всем пользователям ( $\tau_k = \sum \tau_{ij}$ );  $n$  — общее количество передач ( $n = \sum n_k$ );  $x_{ij}$  — способ размещения блоков информации по серверам сети;  $V_i$  — объемы блоков информации;  $S_j$  — объемы дискового пространства серверов.

Построена стохастическая модель информационной сети и проведены статистические испытания для получения оценок параметров сети.

Предложен алгоритм, осуществляющий оптимальное управление размещением информации по серверам информационной сети.

Предложенный алгоритм достаточно эффективен для информационных сетей с малой загрузкой каналов.

#### Литература

1. Гавриков А.А., Постельник Д.Я. Задача синтеза информационной архитектуры сети // Информационные технологии № 2, 1997, с. 26 – 28.
2. Movsesyan D., Sahakyan V., Shoukourian A. Optimum Allocation of Information in Distributed Systems of Networks with Low Loaded Transfer Channels // Proceedings of Conference of Computer Science and Information Technologies. – Yerevan, 1997, - p. 296 – 298.
3. Саакян В.Г., Мовсесян Д.А., Кюрегян Г.С. Исследование временных характеристик стохастической модели информационной системы // Известия НАН и ГИУ РА, серия ТН, т. 51, № 3, 1998, с. 345 – 351.