



**Вычислительная
техника
и автоматизация**

МОДУЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ

Е. Г. Казакова, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Государственный стандарт высшего образования предписывает создание учебно-методических комплексов по дисциплинам вуза. Можно разделить дисциплину на несколько функциональных модулей, которые в совокупности позволят студентам изучать дисциплину более углубленно. Также необходимо усовершенствовать рейтинговую систему оценки знаний по дисциплине, учитывая модульное разбиение, для объективной оценки качества знаний студентов.

Каждый модуль должен быть внутрипредметно актуален и иметь межпредметные и межмодульные связи.

Изучение модуля должно стимулировать самостоятельную познавательную деятельность студентов.

Актуальность проблемы обусловлена:

- особенностями работы со студентами сокращенной формы обучения, так как ввиду ранее полученных знаний по некоторым дисциплинам, для изучения некоторых дисциплин отводится меньшее количество аудиторных часов, в сравнении со студентами основной формы обучения;

- потребностью студентов в усвоении знаний и объективной оценке его знаний;

- ориентации студентов на использование полученных знаний в профильных дисциплинах, расширяя их информационную подготовку как будущих специалистов.

Для эффективного освоения дисциплины и качественной оценки знаний студентов предлагается модульное разбиение учебного материала.

Каждый модуль должен быть актуален, и иметь межмодульные связи.

Дисциплина «Электротехника и электроника» базируется на фундаментальных дисциплинах «Математика» и «Физика», поэтому знания по этим дисциплинам можно использовать в качестве входных данных первого обучающего модуля, и дополнительных входных данных последующих модулей.

Схему обучающего модуля можно представить в виде схемы с обратной связью, где обратная связь означает контроль и рейтинговую оценку знаний обучающегося.

Например, первый модуль дисциплины «Электротехника и электроника» – Линейные электрические цепи постоянного тока.

Входными «параметрами» являются знания об элементах, источниках энергии и топологии электрических цепей.

В модуле изучаются: законы Ома, Кирхгофа; способы расчета сложных резистивных цепей постоянного тока.

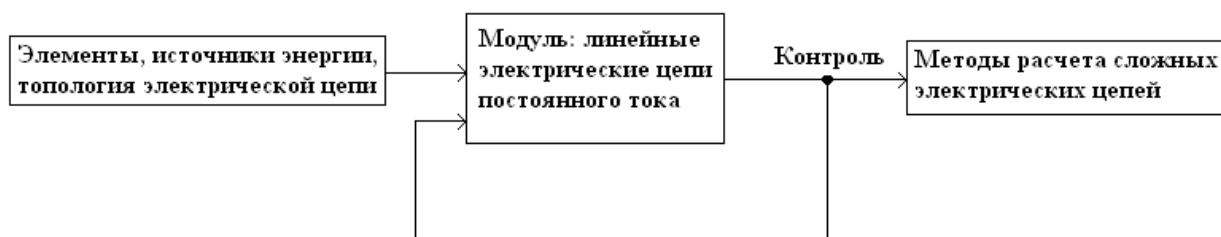


Рисунок 1

Выходными «параметрами» является освоение методов расчета сложных резистивных цепей постоянного тока с применением закона Ома и законов Кирхгофа, а также составление баланса мощностей сложной цепи.

В освоении модуля используются конспекты лекций, учебные пособия, справочная литература, методы дистанционного обучения (электронные учебники). Изучение модуля должно стимулировать самостоятельную познавательную деятельность студентов.

Контроль и рейтинговая оценка осуществляется проведением тестовых мероприятий и решением контрольных заданий. При удовлетворительной оценке знаний студенты переходят к изучению следующего модуля. При неудовлетворительной оценке студент возвращается к началу модуля и повторяет изучение материала.

Для следующего модуля выходные «параметры» предыдущего модуля являются входными.

Модульная система позволит структурировать получаемые в процессе изучения знания и применять их. Данная система должна повысить качество получаемых знаний, так как система предусматривает внутримодульный самоконтроль.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВУХДВИГАТЕЛЬНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ СТАНКА ДЛЯ СБОРКИ НАПОРНО-ВСАСЫВАЮЩИХ РУКАВОВ

Л. Б. Иванов, А. Г. Бурцев, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Цель настоящей работы – повышение эффективности процесса сборки напорно-всасывающих рукавов средствами автоматизированного электропривода.

Предприятием “Волжский научно-технический комплекс ВолгГТУ” разработан станок НО 579 для сборки напорно-всасывающих рукавов со спиралью из металлической проволоки на жёстком дорне, обеспечивающий бесступенчатое регулирование шага спирали в диапазоне 3-35 мм. Управление шагом осуществляется регулированием соотношения скоростей главных движений станка – скорости вращения дорна и линейной скорости перемещения каретки с проволокой. Электропривод дорна и каретки осуществляется от двух асинхронных трёхфазных двигателей.

Основные технологические требования к системе управления шагом спирали: диапазон регулирования частоты вращения электродвигателей дорна и каретки при постоянном моменте сопротивления 20:1 и 87,5:1 соответственно; статическая точность стабилизации скорости $\pm 2,8 \%$; перерегулирование при отработке скачка задания частоты и момента сопротивления не более 5 %.

Для повышения эффективности производства предложена система частотного управления электроприводами станка, построенная по схеме “частотный преобразователь – асинхронный двигатель”. В качестве регулируемых электроприводов выбраны электроприводы с асинхронными двигателями и преобразователями частоты Micromaster 440.

Для теоретических исследований выбрана упрощённая математическая модель асинхронного двигателя, так как работа электропривода станка носит установившийся характер и исследование двигателей происходит только в области рабочей зоны механической характеристики.

Теоретические исследования динамики выполнены в программном средстве VisSim на основе моделей асинхронных электроприводов в виде передаточных функций. Выполнено моделирование динамики электроприводов при задании воздействия по управлению и возмущению. Рассчитаны параметры настройки ПИ-регуляторов скорости сепаратных электроприводов. Применение ПИ-регулятора позволит ликвидировать статическую ошибку скорости двигателя. В пакете MathCAD выполнено моделирование процесса смены шага. Получены результаты, позволяющие обеспечить максимальную производительность процесса сборки рукава и минимизировать влияние возмущений на шаг навивки.

Экспериментальные исследования выполнены на экспериментальной установке, состоящей из двух частотных преобразователей Micromaster Vector с асинхронными двигателями, соединёнными с нагрузочными устройствами.

Сняты и обработаны статические характеристики двигателей для режимов: u/f с IR компенсацией (FCC) и векторного бессенсорного режима. Получены механические характеристики измерения частоты вращения двигателя и механического момента на валу. Исследованы способы реализации системы управления скоростями сепаратных электроприводов: последовательный и параллельный. При последовательном режиме была выявлена значительная ошибка (до 100 об/мин) в выходном значении частоты ведущего электропривода. Из этого следует что использование аналоговых выходов типовых частотных преобразователей в качестве сигналов задания или обратных связей невозможно.

При исследовании динамических характеристик системы преобразователи частоты подключались к персональному компьютеру через плату аналого-цифрового преобразователя. Обработка полученных осциллограмм выполнена в среде MathCAD.

Результаты исследований показали, что для данного станка в целях повышения эффективности процесса сборки рукавов с заданным шагом будет целесообразным применение системы, содержащей асинхронный электропривод с частотным управлением на базе типового преобразователя частоты. Регулирование скорости электропривода дорна возможно с использованием режимов u/f с IR компенсацией или векторного бессенсорного режима. Регулирование скорости электропривода каретки возможно при использовании режима u/f с обратной связью по скорости.

Разработана система управления электроприводом станка на основе промышленного контроллера ОВЕН 150. Программа, реализующая алгоритм управления двухдвигательным электроприводом станка, написана в программной среде CoDeSys с использованием языков программирования стандарта МЭК.

ОПТИМИЗАЦИЯ СТАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ИЕРАРХИЙ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

Д. Н. Лясин, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Разработка различных информационных систем с использованием технологий объектно-ориентированного программирования начинается с объектной декомпозиции задачи. Предметная область может быть декомпозирована различными способами, поэтому одна и та же программная система может иметь различную структуру классов, в связи с чем встает проблема оценки эффективности результатов проектирования. Для этих целей возможно использование специализированных количественных оценок –

метрик. Примерами подобного рода метрик можно назвать метрики Чидамбера-Кемерера, метрики Лоренца и Кидда, метрики Фернандо Абреу.

Задача оценки эффективности объектно-ориентированной декомпозиции предметной области решалась при проектировании имитационной модели информационно-измерительной системы (ИИС). Были выделены основные сущности модели ИИС и в соответствии с принципом объектно-ориентированного проектирования предложена структура классов, описывающая как сами эти сущности, так и отношения между ними (обобщение, агрегация, композиция, зависимость).

Предложенная для программной модели ИИС (рисунок 1) структура классов была оценена по метрикам Чидамбера-Кемерера. В этом наборе метрик для оценки классов используются метрики:

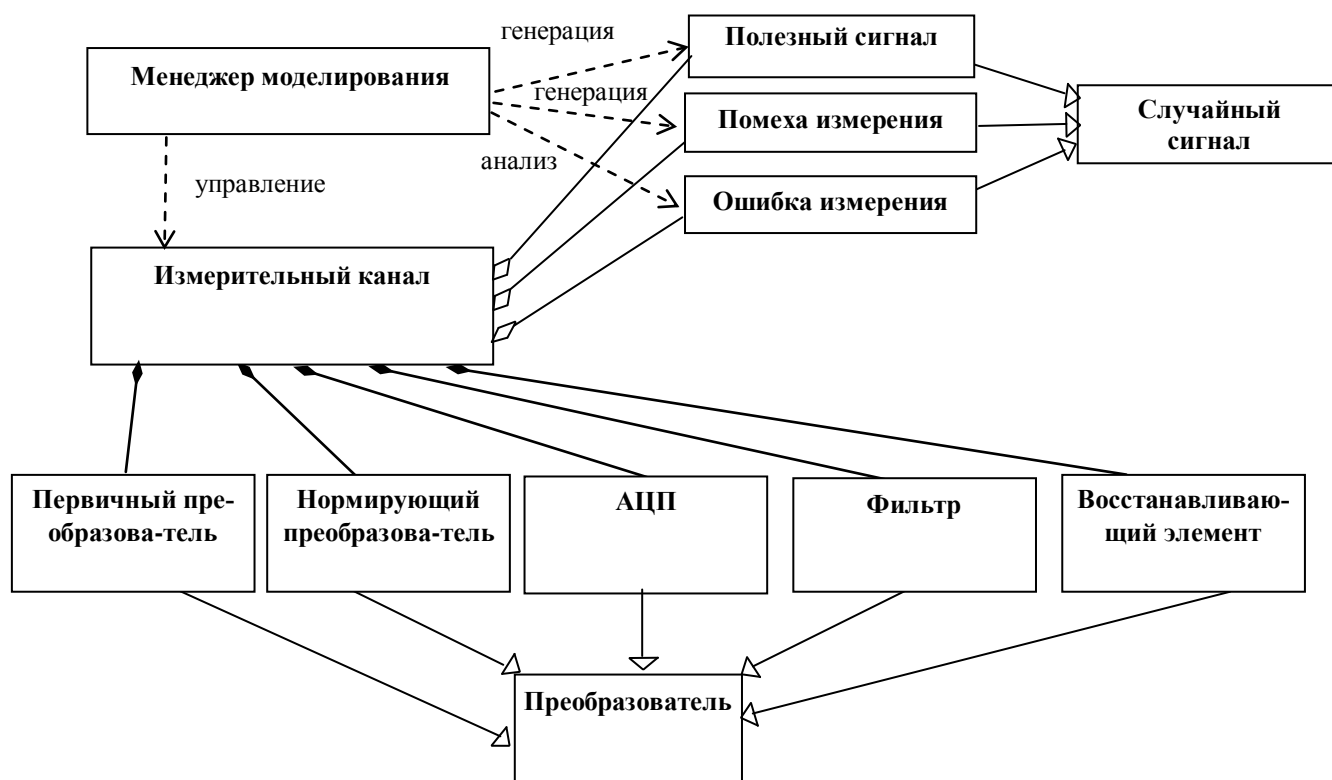


Рисунок 1 – Фрагмент диаграммы классов программной модели ИИС

- WMC – количество методов на класс;
- DIT – высота дерева наследования, расстояние от данного класса до корня дерева иерархии классов;
- NOC – количество дочерних классов;
- CVO – сцепление между классами, количество классов, с которыми связан данный класс;

- RFC – отклик для класса, равен сумме методов самого класса и методов других классов, им вызываемых;

- LCOM – недостаток связности в методах, отражающий, насколько методы класса несвязны по используемым свойствам.

Результаты оценки для классов Преобразователь, ПервичныйПреобразователь, Измерительный канал и МенеджерМоделирования сведены в таблицу.

Приведенные значения метрик для каждого класса позволяют оценить эффективность его реализации. Так, например, значения CBO для классов должно иметь как можно меньшее значение, что означает высокую степень изолированности класса от окружения, необходимую для меньшего негативного взаимного влияния классов друг на друга, а также для возможности использования данного класса в других проектах.

Таблица 1 – Оценка классов модели ИИС по метрикам Чидамбера-Кемерера

Класс	WMC	DIT	NOC	CBO	RFC	LCOM
Преобразователь	2	0	5	2	2	0
ПервичныйПреобразователь	2	1	0	0	2	0
Измерительный канал	5	0	0	8	12	>10
МенеджерМоделирования	10	0	0	4	21	>10

Формализация процесса описания объектно-ориентированных иерархий (ООИ), автоматизация процессов оценки ООИ по той или иной метрике, а также выработки рекомендаций по модернизации ООИ являются перспективными направлениями исследований.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ПРОВЕРКИ НА ДОСТОВЕРНОСТЬ ВХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО КОНТРОЛЛЕРА

Б. Г. Севастьянов, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

В современных АСУ ТП большое внимание уделяется достоверности входной информации с датчиков, конечных выключателей. Рассмотрим дискретный канал и аналоговый канал, которые являются основными источниками информации для систем автоматического контроля и регулирования. Под каналом будем понимать аппаратно-программный комплекс. Аппаратная часть дискретного канала включает источник информации (датчик, конечный выключатель), блок питания, преобразователь, контроллер и линии связи. Программная часть включает опрос дискретно-цифрового преобра-

зователя (ЦДП), анализ состояния сигнала (логический ноль или единица) и использование этого сигнала в системе контроля и управления. Аппаратная часть аналогового канала приблизительно такая же: датчик, преобразователь, контроллер. Аналоговый сигнал поступает на аналогово-цифровой преобразователь (АЦП). Сигнал с АЦП берётся уже программно. Наша задача алгоритмически и программно уменьшить вероятность прохождения ложного сигнала (аналогового или дискретного) в систему. После этих проверок (блоков) ложная информация не должна поступать в систему контроля и регулирования.

1 Блок контроля дискретной информации

Рассмотрим вначале дискретный канал. На рисунке 1 показан обозначение переменной до блока и после блока проверки на достоверность по дискретному каналу.

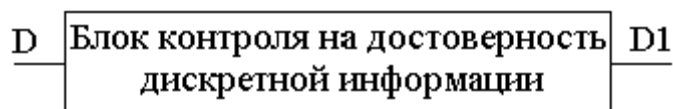


Рисунок 1

D – состояние дискретного сигнала до блока контроля. D1 – состояние сигнала после блока контроля.

Алгоритм работы блока контроля или блока защиты по дискретному каналу.

Если состояние $D=1$ сохраняется на входе в течение времени меньшим трём секундам, то сигнал на выходе блока $D1=0$. Если было состояние $D=1$ и случайно появляется ноль в течение времени меньшим трём секундам, то сигнал на выходе блока сохраняет состояние $D1=1$. Суть работы алгоритма отображена на рисунке 2. Программная реализация представлена на рисунке 3.

2 Блок контроля аналоговой информации

По аналоговому каналу рассмотрим следующие ситуации, приводящие к отказу и сбою информации по аналоговому каналу: обрыв, выброс или провал. Явление "замирания" сигнала здесь не рассматриваем. Под "замиранием" следует понимать такую ситуацию, при которой нет ни обрыва, ни выброса или провала, сигнал находится в рабочем диапазоне, но отражает реальное значение параметра, тем более его тенденцию. Под «замиранием» сигнала понимается значительное уменьшение разброса значений относительно текущего среднего значения сигнала (параметра). Разброс значений может оцениваться по среднеквадратическому отклонению. На рисунке 4 показан обозначение аналоговой переменной X до блока и после блока X1.

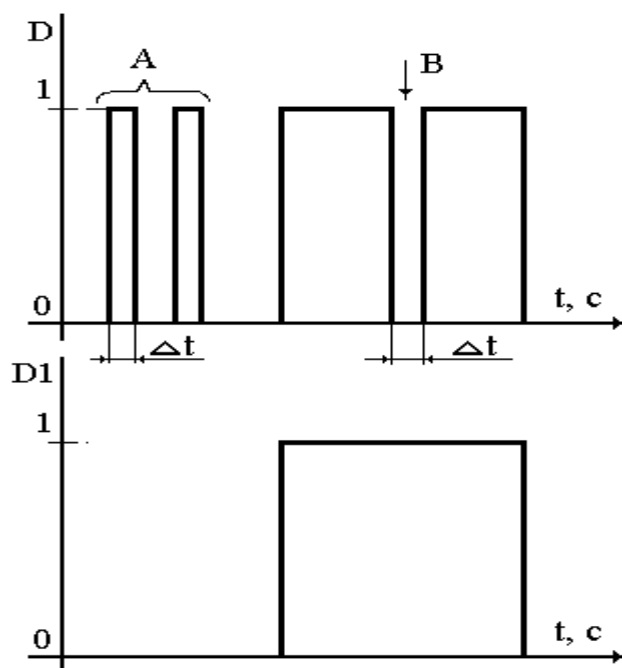


Рисунок 2 – Графическое отображение сути защиты

А – "дребезг". В – случайное кратковременное исчезновение сигнала.

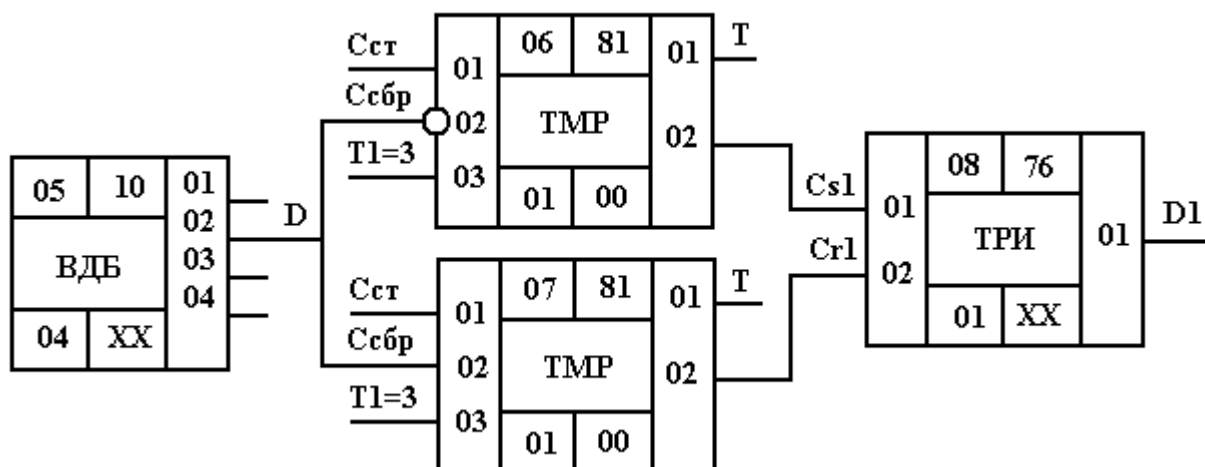


Рисунок 3 – Программа блока защиты по дискретному каналу

ВДБ – ввод дискретного сигнала с модуля ДЦП. ТМР – таймер. ТРИ – триггер. Cs1 – установка триггера. Cr1 – сброс триггера. D – вход в блок защиты. D1 – выход из блока.

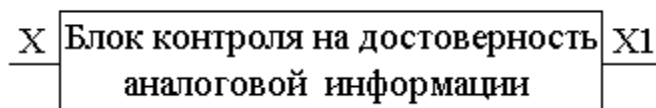


Рисунок 4

На рисунке 6 рассмотрены ситуации по аналоговому каналу. Ситуация I соответствует обрыву в измерительном канале. Ситуация II представляет случайный вы-

Выброс. Ситуация III представляет случайный провал сигнала. При обрыве значение сигнала может быть близким к нулю (для токовых сигналов от 0 до 5 мА или от 0 до 20 мА) или принимает отрицательное значение при токовом сигнале от 4 до 20 мА. Усложненный вариант алгоритма учитывает и «замирание» сигнала. Кроме того, желательно контролировать частотный спектр сигнала. Случай «замирания» в данном алгоритме не распознается. Обрыв выявляется по превышению скорости изменения параметра – допустимой скорости и по конечному значению. Выброс определяется по скорости изменения и резком отклонении текущего значения от предыдущего значения. На рисунке 5 величина A является допустимой разностью предыдущего и текущего значения за установленный временной интервал.

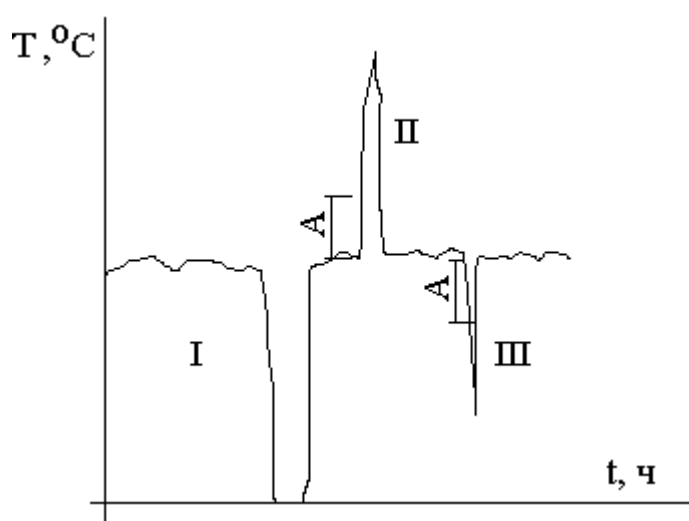


Рисунок 5 – Графическая иллюстрация возможных ситуаций в измерительном канале

Разработана программа на языке FBD, которая проверялась на учебном стенде в лаборатории А-08 ВПИ.

Данный алгоритм может использоваться в АСУ ТП.

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОСУШКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

М. П. Володин, А. С. Гольцов, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Основная задача предприятий газовой промышленности – получение газа, пригодного к транспортировке и эксплуатации. В большей степени на это влияет присутствие в продукте жидкости в паровой фазе, или влажность. Этот параметр так важен из-за возникновения опасности транспортировки влажного газа по магистральным трубопроводам. В процессе транспортировки влажного природного газа при определенной тем-

пературе (температуре точки росы), влага, находящаяся в газе в паровой фазе конденсируется. Летом это может привести к появлению так называемых «водяных пробок» в трубопроводах, а зимой – «ледяных пробок» и как следствие разрыву магистралей.

В настоящий момент на предприятиях газовой промышленности природный газ проходит три ступени очистки – сепарационная, сепарационно-фильтровальная и абсорбционная. Первые две ступени представляют собой механическую очистку природного газа. На этой стадии природный газ проходит через вихревые сепараторы и сепараторы фильтры, посредством чего происходит выделение основного количества влаги, конденсата и метанола из газового потока. «Сушат» природный газ на абсорбционной стадии, представляющей собой блоки абсорберов. Блоки абсорберов технологически представляют собой колонный агрегат, состоящий из трех секций: нижняя – сепарационная; средняя – массообменная; верхняя – каплеотбойная.

В нижней и верхней секциях расположены устройства для отделения капельной жидкости от потока газа. В средней секции колонны встроены массообменные тарелки, на которые подается жидкий абсорбент - диэтиленгликоль, который при контакте с природным газом вбирает в себя влагу до состояния полного насыщения. Далее насыщенный диэтиленгликоль отправляется в пункт регенерации, где он регенерируется и отправляется обратно в абсорбер. Таким образом, регулируется влажность газа расходом регенерированного диэтиленгликоля. Однако, как показала практика, имеет место такое явление как унос газом диэтиленгликоля в капельно-жидкой фазе при излишнем присутствии абсорбента в абсорбере, повышенном давлении в абсорбере и многих других факторах. Это напрямую влияет на температуру точки росы по углеводородам.

Ситуацию осложняет отсутствие приборов, позволяющих измерять температуру точки росы как по влаге, так и по углеводородам в непрерывном режиме. Ведь до сих пор на современных станциях подземного хранения газа качество газа, а именно, влажность газа, определяют периодически с периодом отбора проб в 1 час. Сложно себе представить, какое количество «некачественного» газа за смену может поступить в хранилище газа, а далее транспортироваться потребителю по трубопроводным магистралям, а самое главное, к каким последствиям это может привести.

Как известно, качество добываемого природного газа (в том числе и влажность) напрямую зависит от месторождения газа. Однако практика показывает, что даже на одном месторождении качество природного газа, а именно, температура точки росы по влаге и по углеводородам после всех стадий очистки может сильно различаться.

Все это говорит о необходимости построения адаптивной системы управления процессом осушки природного газа. Основой в данной адаптивной системе управления должен быть виртуальный обучаемый анализатор точки росы, посредством которого предполагается достигнуть непрерывного контроля качества природного газа, а именно, температуры точки росы по влаге и по углеводородам. В промежутках между замерами реальным анализатором точки росы технологический процесс осушки природного газа целесообразно вести по данным виртуального анализатора, а корректировку ведения технологического процесса осушки газа, в том числе и дообучение виртуального анализатора точки росы проводить по показаниям реального анализатора.

Таким образом, целью работы является повышение качества управления процессом осушки природного газа.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- разработать виртуальный анализатор точки росы по влаге и по углеводородам;
- на основе экспериментальных данных провести обучение виртуального анализатора точки росы;
- разработать алгоритмы управления технологическим процессом осушки природного газа;
- разработать адаптивную систему управления процессом осушки природного газа на основе использования виртуального анализатора точки росы;
- исследовать работоспособность и эффективность алгоритмов управления и адаптивной системы управления в целом.

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЙ И ТОКОВ С РЕГИСТРАЦИЕЙ ИХ В ЭВМ

В. И. Капля, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Задача автоматического проведения измерений решается путем применения микроконтроллеров, в качестве устройств непосредственно управляющих процессом измерений. ЭВМ целесообразно использовать для диалога с оператором, который задает параметры процесса измерений: период, длительность и начальный момент измерений. Микроконтроллер должен получить от ЭВМ параметры измерений, провести измерения с накоплением результатов и передать их в ЭВМ. Математическая обработка и визуализация результатов измерений позволяют представить их оператору для анализа и принятия решений.

Измерение напряжений и токов является типичной практической задачей измерительных систем. Минимизация влияния цепи измерения напряжения реализуется с помощью высокоомного делителя, параметры которого подбираются так, чтобы входной ток делителя был на несколько порядков меньше токов в измеряемой цепи. Электрическая развязка измерительной цепи осуществляется с помощью трансформатора напряжения или оптронов. Минимизация влияния цепи измерения тока сводится к требованию минимума падения напряжения в измерительной цепи, через которую проходит измеряемый ток. Электрическая развязка измерительной цепи осуществляется с помощью трансформатора тока или датчиков тока на основе эффекта Холла. Стандартные измерительные трансформаторы имеют большие габариты, поэтому используют миниатюрные измерительные трансформаторы с малыми выходными напряжениями с последующим усилением.

Разработана лабораторная система измерения напряжений и токов на основе микроконтроллера PIC18F452, имеющего в своем составе 8 АЦП. Усиление сигналов на выходах миниатюрных измерительных трансформаторов осуществляется двухкаскадными операционными усилителями, имеющими регулировку коэффициентов усиления и уровня постоянной составляющей. Связь контроллера и ЭВМ осуществляется через интерфейс RS-232 по экранированной линии. Программное обеспечение обработки и визуализации результатов измерений разработано на языке C++. Система позволяет получать осциллограммы с заданной частотой, вычислять амплитуды, фазы и средние значения напряжений. Максимальный объем непрерывного параллельного процесса измерений нескольких напряжений и токов ограничен объемом ОЗУ контроллера.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПЛОТНОСТИ И ВЯЗКОСТИ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПРОЦЕССЕ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

К. Ю. Сурганова, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Качество битума, полимеров, красок, машинных масел, бензина и других нефтепродуктов определяют в процессе их производства по текущим значениям вязкости и плотности. В процессе синтеза указанных нефтепродуктов их плотность и вязкость в зависимости от температуры непрерывно изменяются. Но на предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности России контроль вязкости выпускаемой продукции осуществляют, как правило, один раз в смену с помощью лабораторных

вискозиметров. Лабораторный анализ одной порции (пробы) продукта, взятой из трубопровода, длится от 3 до 5 часов, что не позволяет оперативно выполнять коррекцию технологического процесса. Управляют технологическими процессами синтеза этих продуктов, как правило, с помощью автоматизированных систем управления на основе опыта и интуиции оператора (аппаратчика). В результате эти предприятия выпускают большое количество некондиционной продукции.

Рассматривается задача автоматического контроля вязкости, плотности и расхода нефтепродуктов с помощью проточного вискозиметра. Измерительный модуль выполнен в виде насоса-расходомера (1) и сужающего устройства (2). В этом вискозиметре дополнительно, за сужающим устройством, предлагается установить диафрагму (3).

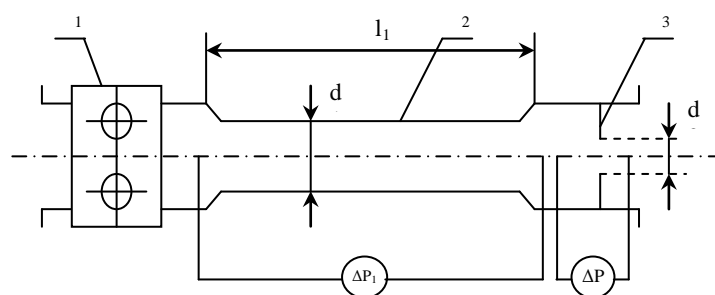


Рисунок 1

При синтезе алгоритма оценивания используют следующую модель вискозиметра. Процесс ламинарного течения нефтепродукта в сужающем устройстве описывают линейным дифференциальным уравнением. Потери давления при турбулентном течении жидкости через диафрагму описывают уравнением Бернулли. Текущие значения вязкости и плотности определяют минимизацией критерия обобщенной работы Краковского с учетом ограничений описывающих течения жидкости через сужающее устройство и диафрагму.

Минимизацию этого критерия осуществляют с помощью принципа максимизации. Полученное уравнение Эйлера-Лагранжа преобразуют в формулы алгоритма рекуррентного метода наименьших квадратов.

Имитационным моделированием на ЭВМ выполнен анализ эффективности предложенной системы. В результате этих исследований установлено, что разработанную систему можно применять для диагностики и автоматического управления технологическим процессом производства нефтепродуктов.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЖАТОГО ВОЗДУХА

М. А. Трушников, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Пневматические устройства давно играют важную роль в автоматизации производства. Пневматические устройства в системах автоматики выполняют следующие функции:

- получение информации о состоянии системы с помощью входных элементов (датчиков);
- обработка информации с помощью логико-вычислительных элементов (процессоров);
- управление исполнительными устройствами с помощью распределительных элементов (усилителей мощности);
- совершение полезной работы с помощью исполнительных устройств (двигателей).

Для управления состоянием и рабочими процессами машин и установок необходимы системы со сложными логическими связями, которые обеспечиваются благодаря взаимодействию датчиков, процессоров, исполнительных устройств и рабочих механизмов с пневматическими или частично пневматическими устройствами.

Технический прогресс в области создания материалов, способов конструирования и производства также способствовал улучшению качества и увеличению разнообразия пневматических устройств, что послужило основой для расширения области их применения как средств автоматизации.

Поэтому является очень актуальной задача повышения экономической эффективности систем пневмоавтоматики. Проблема энергосбережения в последние годы является одной из важнейших задач, стоящих перед современным предприятием. В условиях рыночной экономики каждый лишний киловатт-час электроэнергии ложится на себестоимость продукции и в конечном счете приводит к снижению ее конкурентоспособности. При этом в балансе электропотребления предприятия доля компрессорных станций достигает 25-30 %, в связи с чем энергосберегающие мероприятия в этой области приобретают достаточно большое значение. Опыт показывает, что эффективность систем производства и распределения сжатого воздуха на большинстве предприятий весьма низкая. Это связано с изношенностью сетей распределения воздуха, несоответствием существующих сетей возлагаемым на них задачам, эксплуатацией

компрессоров в неоптимальных режимах. Специалисты еще обращают внимание на то, что только около 15 % электроэнергии, затраченной на получение сжатого воздуха, используется при его расширении. Большая часть – 85 % – это тепло, выделяемое компрессором во время работы.

Все эти факторы делают очень актуальными энергосберегающие технологии в производстве и потреблении сжатого воздуха. Можно говорить, по крайней мере, о трех направлениях экономии ресурсов: оптимизация потребления сжатого воздуха, использование выделяемого тепла, снижение потребляемой электроэнергии.

Именно поэтому в последнее время на рынке слуг появилось новое направление – пневмоаудит. Пневмоаудит включает в себя следующую последовательность действий:

- делается обзор заводской системы снабжения сжатым воздухом, в ходе которого определяются типы, потребности, давления и требования к качеству воздуха;
- система распределения сжатого воздуха анализируется на наличие проблемных участков пневмосетей предприятия и возможные изменения схемы потребления сжатого воздуха (децентрализация);
- анализируется система производства сжатого воздуха: типы компрессоров, график их работы, управление их производительностью, т.е. эффективность их работы;
- составляется блок-схема системы и профиль давления;
- для углубленного анализа динамики системы и проблем в ней проводится регистрация данных, собранных в различных точках системы (замеры производства-потребления сжатого воздуха по участкам пневмосети);
- рассматриваются процедуры технического обслуживания системы и подготовки персонала, анализируются эксплуатационные затраты;
- проводится анализ качества подготовки сжатого воздуха с точки зрения его необходимой целесообразности;
- составляется письменный отчет с изложением всех полученных сведений, рекомендаций и результатов;

Целью этих мероприятий является согласование возможностей компрессоров и потребителей сжатого воздуха для достижения максимальной эффективности, экономии энергии и повышения надежности системы. На основании данных, полученных в результате замеров производства сжатого воздуха и его использования по потребителям рекомендуются:

- возможные изменения в схеме распределения сжатого воздуха;

- целесообразность выделения производственных участков в самостоятельные единицы по производству сжатого воздуха;

- осуществляется подбор нового компрессорного оборудования с учетом его максимальной эффективности для каждого производственного участка.

Рассмотрим различные пути решения вопросов оптимизации систем производства и распределения сжатого воздуха.

1. Правильный выбор схемы снабжения сжатым воздухом.

Существует два основных типа схем воздухообеспечения. Это централизованная и децентрализованная схемы.

Централизованная схема: питание цехов сжатым воздухом осуществляет из общего компрессорного цеха. Как правило, при такой системе эксплуатируются несколько компрессорных установок производительностью от 10 до 250 м³/мин, а иногда и выше - в основном поршневые или центробежные, иногда мощные винтовые. Достоинства данной схемы проявляются в полной мере на крупном предприятии при наличии герметичной пневмосети, когда все потребители сосредоточены на относительно небольшой площади (отсутствуют удаленные точки потребления), рабочие давления большинства потребителей примерно одинаковы (рабочее давление сети), а у остальных потребителей ниже данного значения.

Децентрализованная система: питание потребителей сжатым воздухом осуществляется отдельными небольшими компрессорами, устанавливаемыми непосредственно возле потребителя. Необходимо отметить, что в децентрализованных схемах при локальной потребности в воздухе более 1 м³/мин целесообразно использование надежных винтовых компрессоров, преимущества которых широко известны. Это позволяет решить ряд проблем, присущих поршневым компрессорам, таких как необходимость фундамента под компрессор, повышенные шум и вибрация, необходимость периодических ремонтов (замена колец, клапанов). Кроме того, недорогие поршневые компрессоры малой производительности, как правило, плохо приспособлены для использования в промышленных целях с ПВ, близким к 100 % и имеют невысокий ресурс.

В общем и целом, выбор оптимальной схемы воздухообеспечения зависит от конкретных условий на конкретном предприятии, ему обязательно должен предшествовать полный анализ ситуации, существующих пневматических линий, энергоаудит всей цепочки производства и подачи сжатого воздуха, с учетом необходимых капложений и постоянных затрат. Децентрализованная схема отнюдь не является универсальным решением, применение ее должно быть экономически обосновано. При проектировании

пневматических систем необходимо учитывать не только потребителей, имеющих в наличии в настоящее время, но и возможные варианты изменения как необходимого количества сжатого воздуха, так и расположения точек потребления.

2. Использование выделяемого компрессором тепла.

Обычно большая часть тепла рассеивается через масляную систему. Но при установке дополнительного блока рекуперации до 70 % потребленной энергии может быть возвращено в виде горячей воды с температурой 80 град С. Это позволит снизить общую стоимость компрессорной системы на 40 %. Однако, поскольку тепло – побочный продукт работы компрессора, при его остановках, при снижении потребления сжатого воздуха соответственно снижается и выработка тепла. Поэтому компрессор ни в коем случае не может заменить основной источник горячей воды. Кроме того, возможен более простой способ использования тепла от компрессора с воздушным охлаждением – для отопления соседних помещений. В этом случае горячий воздух в летнее время выбрасывается на улицу, а в холодное – в отапливаемые помещения.

3. Правильный выбор компрессорного оборудования.

Здесь можно сделать упор на использование преимуществ винтовых компрессоров перед поршневыми.

Винтовые компрессоры – оптимальный выбор для промышленного предприятия с требуемым расходом 0,5 – 50 м³/мин и давлением до 15 бар. Вот список только основных их преимуществ:

- меньшая масса и габариты по сравнению с поршневыми компрессорами;
- высокая надежность (гораздо меньшее количество деталей, чем в поршневом компрессоре, нет клапанов и поршневых колец, которые являются наиболее быстроизнашиваемыми деталями, малое количество подвижных частей);
- быстроходность, малая металлоемкость;
- низкий шум (компрессоры оборудованы шумопоглощающим кожухом);
- малая вибрация из-за отсутствия частей, совершающих возвратно-поступательное движение;
- меньшие колебания давления нагнетания на нагнетании;
- воздушное охлаждение – для компрессоров небольшой мощности (где-то до 55 кВт) водяное охлаждение не дает практически никаких особых преимуществ, только удорожает машину, её монтаж и эксплуатацию. Воздушное охлаждение здесь предпочтительно;

- простота и удобство обслуживания и эксплуатации. Обслуживание винтового компрессора производится раз в 3000 часов (смена фильтров и масла). В промежутках он не требует присутствия персонала;

- максимальная приспособленность для длительной непрерывной работы. В условиях длительной непрерывной работы винтовой компрессор просто незаменим, поскольку при работе винтового компрессора износа винтов практически нет – между ними образуется масляный клин, тонкая пленка, исключая трение. Небольшой износ винтов возможен только в краткий момент пуска, когда может произойти касание поверхностей винтов, а масляный клин между ними еще не сформирован. В поршневых машинах износ поршневых колец и клапанов происходит постоянно;

- малый унос масла – порядка 3-4 мг/м³.

По экономичности современные винтовые компрессоры ни в чем не уступают поршневым машинам промышленного класса. Все это привело к тому, что в данном диапазоне винтовые компрессоры почти вытеснили машины других типов. По цене они дороже поршневых машин полупрофессионального класса, однако при интенсивной эксплуатации, с учетом всех эксплуатационных расходов разница в цене очень быстро окупается. Кроме того, винтовые компрессоры отличаются высокой надежностью, что особенно важно в тех случаях, когда простои оборудования по причине ремонтов компрессора ведут к значительным финансовым потерям (иногда превышающим стоимость компрессора).

ИССЛЕДОВАНИЕ, АНАЛИЗ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

А. В. Студеникин, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

В настоящее время возрастает поток разноплановой информации, которую на местном и региональном уровнях необходимо эффективно обрабатывать при:

- оперативном управлении промышленностью, транспортом и сельским хозяйством;

- анализе социальных процессов;

- планировании использования материальных и природных ресурсов;

- поиске полезных ископаемых;

- мониторинге экологической обстановки;

- принятии решений в чрезвычайных ситуациях;

- решении многих других задач.

Характерной особенностью этих задач является пространственная привязка используемых данных. Это означает, что использование даже большого количества информации не позволяет полностью решить проблему, пока эта информация не будет представлена на карте.

Для решения таких задач создаются многоцелевые интегрированные информационные системы нового типа – геоинформационные системы (ГИС).

На кафедре ВАЭиВТ проведена научно-исследовательская работа, в результате которой был разработан лабораторно-методический комплекс «Исследование, анализ и представление данных дистанционного зондирования земли».

Аппаратное обеспечение включает сервер, рабочие станции в количестве 9 штук, объединённые с сервером в локальную сеть.

Программное обеспечение на рабочих станциях включает:

- стандартное уже установленное системное программное обеспечение на сервере и рабочих станциях (ОС Windows, MS Office и другие);
- демо-версия программного комплекса ENVI, предназначенного для профессиональной обработки данных ДЗЗ;
- свободно распространяемая программа FreeLook, предназначенная для просмотра данных ДЗЗ.

Программное обеспечение на сервере включает:

- коллекцию космических снимков различных сенсоров, типов съёмок и местности;
- веб-ресурс, содержащий методическое обеспечение.

Методическое обеспечение (МО) является ключевым компонентом комплекса стенда и составляет основной объём в разработке планируемого проекта. Главным назначением МО является:

- обучение работе в среде ENVI в качестве пользователя;
- введение в основные научно-прикладные задачи, решаемые системой ENVI+IDL.

МО состоит из лабораторных работ и соответствующих теоретических материалов.

Состав теоретического материала.

1. Введение в дистанционное зондирование.
2. Предварительная обработка.

3. Дешифрирование.
4. Геоинформационные системы.

Состав лабораторных работ МО:

1. Пользовательский интерфейс и базовые интерактивные возможности.
2. Предварительная обработка изображений.
3. Классификация изображений.
4. Векторные данные и карты.

Лабораторные работы разбиты на две или три части. Выполнение лабораторной работы заключается в пошаговом выполнении заданий, предваряемых пояснительной информацией. Индивидуальный характер выполнения лабораторных работ обеспечивается наличием тестовых заданий в конце каждой лабораторной работы.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

А. С. Гольцов, А. А. Силаев, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

Адаптивная система управления это такая система управления, которая в процессе управления технологическим процессом подстраивает свои параметры под технический процесс в зависимости от изменений в данном процессе.

Для построения адаптивной системы управления требуется построить математическую модель технологического процесса. Математическую модель строится на основе уравнений сохранения энергии, массы, инерции и т.д., представляется в виде модели чёрный ящик: на вход подаются управляющие сигналы, на выходе значения переменных состояния [1]. В общем виде строится зависимость выходных переменных от входных сигналов в виде полинома вида:

$$Y(t_k) = Y(t_{k-1}) \cdot A_n \cdot X^n(t_{k-1}) + B \cdot u(t_k) \quad (1)$$

где A, B – матрицы параметров математической модели, которые необходимо определить;

$Y(t_k)$ – вектор выходных переменных состояния процесса в момент времени t_k ;

$X^n(t_{k-1})$ – вектор входных сигналов процесса в момент времени t_{k-1} ;

$u(t_k)$ – вектор управляющих воздействий в момент времени t_k ;

n – степень полинома.

Таким образом, в общем случае требуется методом наименьших квадратов определить параметры математической модели, и проверить адекватность полученной математической модели и определить погрешность моделирования. При этом выбирается оптимальный размер полинома математической модели, такой, что бы погрешность моделирования была меньше заданной, а увеличение степени полинома не влияло на качество моделирования. Для этого в полученную математическую модель подают реальные значения входных сигналов процесса управления и вектор управляющих воздействий, при этом на выходе должны получиться выходные сигналы, значения которых близки к реальным значениям выходных сигналов.

После построения математической модели и проверки её на адекватность, задаются требуемые траектории выходных сигналов и ограничения на управляющие сигналы в виде уравнений, дополняющих полученную математическую модель.

После этого строится математическая модель ПИ-регулятора в виде:

$$S(t_k) = S(t_{k-1}) + Ki(Ymp(t_{k-1}) - Y(t_{k-1})), \quad (2)$$

$$u(t_k) = Kp(Ymp(t_{k-1}) - Y(t_{k-1})) + S(t_k), \quad (3)$$

где $u(t_k)$ – вектор управляющих воздействий в момент времени t_k ;

$S(t_k)$ – вектор управляющих воздействий в момент времени t_k - интегральная составляющая;

Kp – пропорциональный коэффициент ПИ-регулятора;

Ki – интегральный коэффициент ПИ-регулятора;

$Ymp(t_{k-1})$ – вектор требуемых значений выходных сигналов.

Далее с помощью метода наименьших квадратов предварительно настраиваются параметры ПИ-регулятора и проводится моделирование управления процессом. После чего определяются погрешность управления, сравнивая значения параметров выходных сигналов с заданными траекториями выходных сигналов. Если моделирование дает хорошие результаты, то переходят к следующему шагу – посторенние адаптивное системы управления.

Для этого с помощью рекурсивного метода наименьших квадратов находят параметры ПИ-регулятора на каждом шаге процесса управления. При этом матрицы параметров А и В также уточняются на каждом шаге. После чего определяется окончательная погрешность моделирования и управления.

Таким образом, данный метод позволяет строить адаптивные системы управления технологическими процессами, в которых известны требуемые траектории выход-

ных сигналов, а математическую модель всех влияющих факторов можно описать с помощью законов сохранения [1].

Литература

1. **Гольцов А.С.** Адаптивные системы автоматического управления нелинейными объектами. – Орел: Академия ФАПСи, 2001. – 156 с.

ЭЛЕМЕНТЫ САПР ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ АСУ ТП

Б. Г. Севастьянов, ВПИ (филиал) ВолгГТУ

В данной статье описывается скрипт, реализованный на языке сценариев AutoLISP в САПР AutoCAD, позволяющий автоматизировать нанесение цифровых и буквенных обозначений приборов и средств автоматизации в схемах. Для анализа введённого основного обозначения прибора используется теория конечных автоматов.

Цель работы: снизить трудоёмкость и повысить качество разработки функциональных схем систем автоматизации в среде AutoCAD, обеспечить контроль корректности вводимых данных на лексическом уровне.

В процессе усложнения проектных задач увеличивается объём и количество элементов чертёжной документации, сопровождающей ту или иную разработку. В связи с этим возникает задача контроля корректности введённых данных – с одной стороны, и задача автоматизации самого процесса введения этих данных – с другой.

По ГОСТ [1] условные обозначения приборов и средств автоматизации, применяемые в схемах, включают графические, буквенные и цифровые обозначения. В верхней части графического обозначения наносят буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора, определяющего его назначение. В нижней части графического обозначения наносят цифровое (позиционное) обозначение прибора или комплекта средств автоматизации. При построении условных обозначений преобразователей сигналов, вычислительных устройств надписи, определяющие вид преобразования или операции, осуществляемые вычислительным устройством, наносят справа от графического обозначения прибора.

В AutoCAD встроен диалект языка Lisp AutoLISP, обеспечивающий широкие возможности для автоматизации работы, на базе которого реализована программа контроля ввода обозначений датчиков, приборов.

Программной реализацией алгоритма занималась студентка гр.ВВТ-506 Вдовенко Н.С.

Например, одна из функций Ghost() реализует контроль правильности ввода обозначения прибора. Результат работы функции - строка, соответствующая возможному обозначению прибора по ГОСТ или null, если введённое обозначение не соответствует ГОСТ. Функция реализует конечный автомат с 4-мя возможными состояниями.

На каждом шаге символ из строки, введенной пользователем, проходит через конечный автомат и изменяет его состояние. Допустимый входной алфавит состоит из множества основных обозначений измеряемой величины, множества дополнительных обозначений изменяемой величины и множества обозначений функционального признака прибора. Данные множества заданы в тексте скрипта и при необходимости могут быть изменены в соответствии с требованиями ГОСТ.

Разработанный алгоритм и программа позволяют значительно сократить время и повысить качество создания функциональных схем.

Программа, после апробации и доработки, может использоваться проектными организациями в нефтепереработке, нефтехимии, атомной энергетике и других областях.

Литература

1. ГОСТ 21.404-85: Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.