

### **Выводы**

Динамическое программирование позволяет найти и исследовать особое свойство гибридной силовой установки – оптимальное управление. Оно не создается разработчиками непосредственно, а формируется схемой ГСУ, ее компонентным составом и автомобилем, на базе которого она создана. Критерии качества для поиска оптимального управления могут включать в себя показатели энергоэффективности ГСУ и экологических свойств автомобиля. Однако надо помнить, что оптимальное управление, найденное ДП, не является готовой стратегией управления ГСУ. Исследование оптимального управления выявляет пути создания оптимизированной стратегии, которая будет использована в реальной ГСУ.

Гибридная силовая установка дает существенную свободу управления режимной точкой ДВС и, следовательно, большие возможности выбора сочетаний топливно-экономических и экологических характеристик автомобиля. Критерии выбора могут быть различными. Например, реализация наилучшей топливной экономичности при условии выполнения законодательных норм по экологии. Или выполнение перспективных экологических требований при сохранении топливно-экономического преимущества перед базовым автомобилем. Или, наконец, максимальное снижение вредных выбросов при минимальном выигрыше в расходе топлива. Все эти сочетания обеспечиваются только настройками системы управления ГСУ и могут быть выбраны потребителем, покупающим гибридный автомобиль.

### **Литература**

1. Беллман Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования. М. «Наука», 1965 г.
2. Вентцель Е.С. Элементы динамического программирования. М. «Наука», 1961 г.
3. Карунин А.Л., Бахмутов С.В., Селифонов В.В., Круташов А.В., Баулина Е.Е., Авруцкий Е.В., Карпухин К.Е. Экспериментальный многоцелевой гибридный автомобиль. Автомобильная промышленность, №7 2006 г.

### ***Роль информационно-измерительных систем в совершенствовании процесса испытаний колесных и гусеничных машин***

Ларионова Ю.В.  
МГТУ «МАМИ»  
(495) 223-05-23, доб. 1305

*Аннотация.* В статье анализируется роль информационно-измерительных систем в совершенствовании процесса испытаний колесных и гусеничных машин.

*Ключевые слова:* испытания колесных и гусеничных машин, информационно-измерительные системы.

В современных условиях к испытаниям как к одному из важнейших этапов жизненного цикла изделий предъявляются весьма жесткие требования, связанные, главным образом, с переходом к получению и использованию результатов не отдельных измерений, а потоков измерительной информации. При этом получение всего объема измерительной информации должно выполняться за ограниченное время. Решение этой проблемы за счет увеличения персонала нецелесообразно, а иногда и вообще недопустимо из-за опасных условий эксперимента. Получается, что, с одной стороны, в силу сложившихся в РФ экономических условий объем испытаний и расходы на них неуклонно сокращаются, а с другой стороны, повышаются требования по их информативности и сокращению сроков получения измерительной информации, вплоть до реальных масштабов времени, то есть получение результатов в темпе эксперимента. Такие противоречивые требования могут быть удовлетворены только информативно-измерительными системами (ИИС), использующими самые современные ЭВМ. Основой большинства современных ИИС являются персональные компьютеры (ПК), в частности компьютеры типа «Ноутбук».

Колоссальный объем измерительной информации, который надо предоставить оперативно с необходимой точностью и в требуемом виде, формирует требования к современной ИИС. Все существующие физические процессы и явления, которые служат источниками исходных данных в ИИС, являются непрерывными аналоговыми величинами. Температура среды, давление в магистрали, уровень жидкости, частота вращения вала, угол поворота исполнительного двигателя, сила электрического тока и др. – все это аналоговые величины. Для выполнения сложных вычислительных операций, связанных с обработкой данных, проведением косвенных и совокупных измерений, хранением и выдачей результатов, необходимо получить количественную информацию, т.е. численные значения физических величин. Точность преобразования в значительной мере определяет точность результата измерения, а скорость – способность измерить быстро изменяющуюся аналоговую величину.

Таким образом, в ИИС решаются две задачи: предоставление количественной информации о физических процессах и согласование работы аналоговой и цифровой частей ИИС. Такие системы, как правило, имеют открытую модульную архитектуру, что позволяет наращивать число измерительных каналов и расширять номенклатуру измеряемых физических величин, и визуальное программирование, которое делает систему гибкой и дает возможность перенастроить комплекс с одного испытания на другое с минимальными издержками. ИИС позволяют осуществлять управление по параметрам, которые невозможно измерить прямым способом, требующим проведения косвенных или совокупных измерений, дает возможность реализовывать сложные измерительные и управляющие алгоритмы, объединяя локальные средства управления в единую систему.

В принципе, с помощью подобной ИИС может быть измерена любая физическая величина, если имеется ее соответствующий первичный преобразователь (датчик). Помимо измерения в реальном масштабе и времени нескольких параметров, ИИС дают возможность предварительного преобразования, архивации, документирования, диагностики, отображения, оформления протоколов, связь с другими системами и др. Такие системы в одном блоке создают несколько виртуальных приборов, они оперативны и универсальны.

Одной из таких ИИС является разработанный в ФГУП «НАТИ» бортовой измерительный комплекс (БИК) с модульной системой измерения на базе крейт-контроллера и персонального компьютера.

Бортовой измерительный комплекс (далее – комплекс) является компактным многофункциональным средством измерения, предназначенным для измерения, регистрации и обработки исследуемых параметров, получаемых при испытаниях колесных и гусеничных машин, в том числе тракторов различного тягового класса и назначения. Комплекс предназначен для испытания машин как в движении, так и на месте, в различных дорожных условиях и, при необходимости, в отрыве от стационарных испытательных баз и центров. Комплекс может быть применен и при стендовых испытаниях.

Использование в комплексе современных средств измерения – модульной многоканальной контрольно-измерительной системы LTC-26 и персонального компьютера со специальным программным обеспечением – гарантирует высокую достоверность и надежность получаемой информации, технологичность и качество проводимых исследований при существенном уменьшении трудозатрат и сокращении времени на обработку полученных результатов испытаний.

БИК позволяет проводить измерения любых физических величин при наличии соответствующих первичных преобразователей (датчиков), вырабатывающих информацию в виде электрического сигнала. В зависимости от состава комплекта первичных преобразователей комплекс позволяет проводить измерения следующих параметров, например:

- напряжение, силу тока и частоту при динамических процессах в цепях электрооборудования;
- давление при динамических процессах в гидросистемах и др.;
- температуру деталей, узлов, агрегатов и систем;
- угловую скорость (частоту) вращения валов или других элементов;

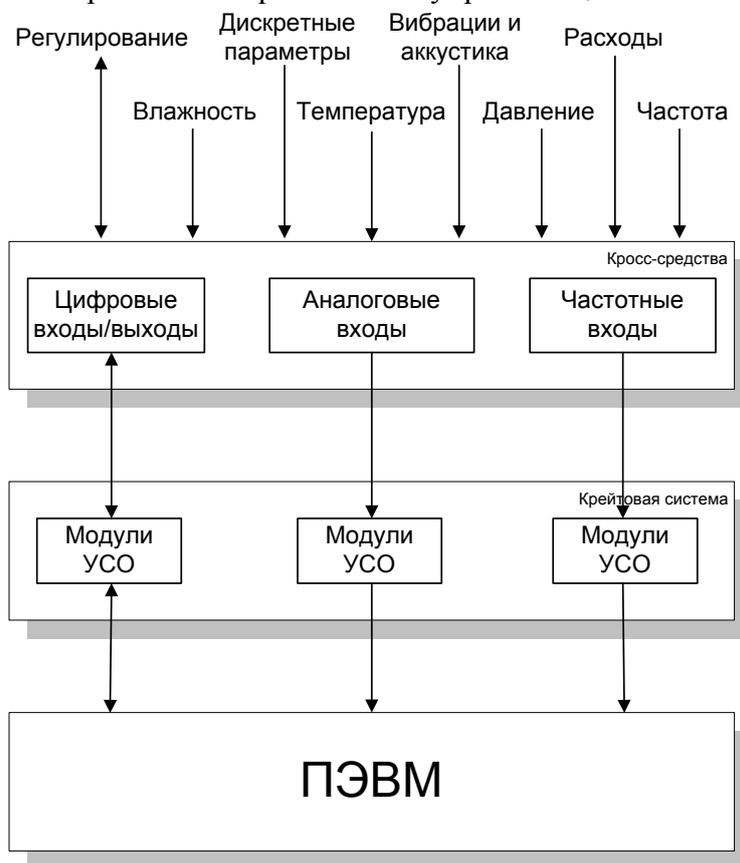
- мгновенные скорости объекта в вертикальных и горизонтальных плоскостях, а также пройденный путь;
- перемещение деталей конструкции и элементов системы управления;
- вибрацию и линейные ускорения корпуса машины и элементов ее конструкции;
- углы поворота машины, рабочих органов и других элементов ее конструкции;
- усилия растяжения, сжатия, кручения и деформации элементов конструкции, органов управления, деталей узлов и агрегатов машин.

Помимо указанных физических величин, комплекс позволяет определять динамические и кинематические характеристики исследуемого объекта с помощью доплеровского измерителя скорости. Важной характеристикой комплекса является возможность его использования на любой опорной поверхности, в том числе и водной.

Структурная схема этого комплекса представлена на рисунке 1.

В конструктивном плане измерительный комплекс представляет собой набор из 2-х составных частей:

1. компьютер предназначен для управления с помощью заложенного в нем ПО процессом регистрации, хранения и обработки исследуемых параметров. При работе в лабораторных условиях возможно использование обычного офисного компьютера;
2. крейт-модульная контрольно-измерительная и управляющая система LTC-26.



**Рисунок 1 – Структурная схема информационно-измерительной системы БИК**

Бортовой измерительный комплекс представляет собой современную высокопроизводительную многоканальную измерительную систему, обеспечивающую процессы получения информации от первичных преобразователей (датчиков) в виде аналоговых сигналов, их измерения, оцифровку, обработку и регистрацию с выдачей результатов измерений в табличной или графической форме.

Принцип работы измерительного комплекса основывается на использовании заложенных в его конструкцию электронных аппаратных средств – крейтовой контрольно-измерительной и управляющей системы L-CARD с измерительными модулями LC-111DP, LC-451 и LC-212 F. Сменные модули обеспечивают прием сигналов от датчиков, установ-

ленных на объекте измерения, а полученная информация оцифровывается и передается от модулей в персональный компьютер, который обеспечивает ее сбор, регистрацию, обработку данных и отображение их на мониторе в виде графиков и таблиц.

Функционирование БИК осуществляется с использованием базового пакета программного обеспечения, заложенного в измерительные модули и крейт-контроллер, и специальным программным обеспечением, разработанным для конкретных измерительных модулей и загружаемым в персональный компьютер.

При разработке и изготовлении ИИС надо подробно изучать имеющиеся измерительные системы, учитывать опыт их применения, проводить сравнительный и ценовой анализ, анализировать измеряемые величины и точностные характеристики.

Использованная в комплексе компьютерная технология позволяет осуществлять с высокой достоверностью измерения параметров исследуемых машин, их узлов, агрегатов и систем практически без увеличения погрешностей, им присущих.

Результаты испытаний с применением БИК показали, что он полностью соответствует предъявляемым требованиям к подобным ИИС.

### **Опыт использования и перспективы создания многоприводных колесных машин повышенной проходимости**

к.т.н. проф. Лепёшкин А.В.

МГТУ «МАМИ»

[lep@mami.ru](mailto:lep@mami.ru), (495) 223-05-23 доб. 1426

*Аннотация.* В статье приводятся материалы, полученные в результате аналитического обзора по научно-исследовательской работе в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы. Представленные материалы характеризуют современное состояние вопроса и определяют проблемы, возникающие при проектировании многоприводных колесных машин повышенной проходимости и являющиеся основой для разработки методики создания для этих машин систем автоматического адаптивного управления их регулируемые трансмиссиями.

*Ключевые слова:* многоприводные колесные машины повышенной проходимости, регулируемые трансмиссии, системы автоматического адаптивного управления.

Изучением теоретических проблем, связанных с созданием самоходных многоприводных многоосных колесных машин повышенной проходимости, занимались многие ученые как у нас в России, так и за рубежом. В основном эти исследования проводились применительно к машинам с механическими трансмиссиями.

Благодаря полученным результатам в парке современных транспортных средств образовался довольно развитый сегмент автомобилей повышенной проходимости, в том числе и полноприводных. Кроме этого достаточное распространение получили полноприводные колесные тракторы, сельскохозяйственные и специальные машины. Практически для всех них характерно наличие механических трансмиссий со ступенчатым изменением передаточных чисел в коробках перемены передач, а также использование в этих трансмиссиях либо обгонных муфт, либо дифференциалов (межколесных и межосевых), исключающих возникновение в трансмиссиях циркуляции мощности. Высокий КПД, стабильность характеристик в широком диапазоне эксплуатационных условий и достаточно высокая надежность при относительно невысокой стоимости обусловили широкое распространение таких трансмиссий в основном на машинах с двумя или тремя ведущими осями. Причем на машинах с тремя ведущими осями две из них в большинстве случаев предельно сближены друг с другом. Обусловлено это также и тем, что таким образом с целью повышения проходимости машины разработчики стремятся уменьшить разнообразие условий качения ее ведущих колес, так как