

УДК 621.317.39.084.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОВЫХ ДАТЧИКОВ

Судник Ю.А., д.т.н.,

Загинайлов В.И., д.т.н.,

Толстая А.Н., инженер

Московский государственный агроинженерный ун-т им. В.П. Горячкина

Тел. (926) 334-89-76

Аннотация – предложено создание автоматизированных банков инженерных знаний, предназначенных для выбора и обоснования новых конструкторско-технологических решений на базе компьютерных средств.

Ключевые слова – измерительный преобразователь, датчик, функционально-физический метод.

Постановка проблемы. Эффективным инструментом процесса совершенствования существующих и разработки новых датчиков, измерительных преобразователей (ИП) является функционально-физический метод, который в отличие от традиционного (предметного) подхода в качестве основного параметра ИП предполагает рассмотрение его функции, а не материально-вещественной структуры (конструктивных элементов), поскольку функция выступает как сущность ИП, а конструкция - как форма проявления. Способ предусматривает реализацию таких функций с помощью определённых физических операций, которые предполагают преобразование входного потока энергии, информации или вещества, осуществляемое ИП. Результатом преобразования является выходной поток с другими (относительно входного) качественными и (или) количественными характеристиками.

Описание технической функции Φ , реализуемой ИП и отражающей его назначение, можно представить как $\Phi = f(D, B, Y)$, где D – действие, осуществляемое ИП; B – описание ИП, на который направлено действие D ; Y – условия и ограничения (если такие существуют), при которых выполняется действие D .

Каждой Φ соответствует физическое описание, определяющее физическую операцию F , с помощью которой реализуется такая функция

$$F = (A_{BX} \Rightarrow E \Rightarrow C_{ВЫХ}),$$

где A_{BX} , $C_{ВЫХ}$ – соответственно входной и выходной потоки энергии, информации или вещества; E – наименование физической операции (физических явлений, эффекта) по превращению A_{BX} в $C_{ВЫХ}$.

Функционально-физический метод позволяет эффективно осуществлять синтез физических принципов действия ИП, поиск которых является наиболее сложным и высоким уровнем инженерной интеллектуальной деятельности. Сложность решения такой задачи заключается в том, что в отличие от традиционного комбинирования связей и конструктивных признаков различных устройств, разработчику необходимо для реализации требуемой E абстрагирование на уровне физических эффектов (ФЭ). Современный инженер в своей практической деятельности обычно использует достаточно ограниченное число таких эффектов, хотя в настоящее время выявлено и описано в литературе до десяти тысяч ФЭ. В то же время информация о таких эффектах настолько рассредоточена в различных монографиях, описаниях изобретений, открытий, научных статьях и справочниках, что является практически необозримым для учёных, специалистов конкретных предметных областей. Кроме того, сложная форма представления известных ФЭ затрудняет их практическое использование инженерами. В связи с этим, в нашей стране и за рубежом разрабатываются специальные фонды ФЭ с представлением их в виде автоматизированных баз данных.

Анализ последних исследований. Одним из первых концепцию автоматизированного поиска новых принципов действия технических объектов предложил Половинкин А. И. и глубоко развил её в своих исследованиях [1] до практического применения. Основу этого направления составляет база данных физических операций и соответствующих им физических эффектов. Каждый из таких эффектов имеет специальную карту-паспорт структурированного описания с рубриками: наименование эффекта, физические законы и явления (на которых он основан), вход (А), объект (В), выход (С), сущность, схема, математическая модель физического эффекта, его области применения и технические характеристики, литература (где дано описание эффекта). Используя базу данных ФЭ, по определённым алгоритмам можно формализовать процесс синтеза новых принципов действия ИП.

Формулирование цели статьи. В то же время известные базы данных имеют широкую направленность, специфическую терминологию, ограниченность информации по применению соответствующих эффектов, что затрудняет ориентацию специалистов в отраслевой области знаний. Сложность понимания структуры и содержания составляющих А. В. С эффекта, неучёт качественного изменения состояния объекта (В) и зависимости входных и выходных его величин во всём интервале их изменения приводят к потере информации и ошибкам

при синтезе физических принципов действия. К тому же, отсутствие отраслевых: терминологии, классификаторов, баз данных, методики оценок массо-габаритных и надёжностных характеристик проектируемых ИП существенно сдерживает процесс их разработки. С учётом изложенного, целью данной работы является разработка алгоритма функционально-физического метода, включающий ряд шагов.

Основная часть. 1-й шаг. Постановка задачи. На этом шаге определяют цель, функции разрабатываемого ИП и его эксплуатационные характеристики (массо-габаритные, надёжностные, стоимостные, требования к погрешности, чувствительности, технологичности и др.). Оценивают основную физическую операцию (которую должен реализовать разрабатываемый ИП) по параметрам $A_{ВХ}, C_{ВЫХ}$ и описывают совпадающие или близкие по названию, содержанию (относительно имеющейся базы данных) входы и выходы, т. е. выявляют соответствия $A_{ВХ} \Leftrightarrow A_1$ и $C_{ВЫХ} \Leftrightarrow C_T$.

2-й шаг. Формализация синтеза принципов действия ИП. Выбирают из фонда ФЭ такие, у которых одновременно выполняются условия $A_j \Leftrightarrow A_1$ и $C_j \Leftrightarrow C_T, j = 1, \dots, k$. В большинстве принципов действия различных ИП, используется не один, а одновременно несколько различных ФЭ. Синтез последних основывается на правиле их совместимости: два последовательно расположенных эффекта (A_i, B_i, C_i) и $(A_{i+1}, B_{i+1}, C_{i+1})$ считаются совместимыми, если результат выходного воздействия C_i предыдущего ФЭ эквивалентен входному воздействию A_{i+1} последующего эффекта, т. е. если C_i и A_{i+1} характеризуются одними и теми же физическими величинами. Таким образом, два совместимых ФЭ могут быть объединены, при этом входное воздействие A_i будет вызывать результат C_{i+1} , т. е. получается преобразователь $A_i \Leftrightarrow B_i \Leftrightarrow (C_i \Leftrightarrow A_{i+1}) \Leftrightarrow B_{i+1} \Leftrightarrow C_{i+1}$.

По этому же принципу из базы данных ФЭ выбираются такие, которые обеспечивают выполнение условия $A_i \Leftrightarrow A_T, i = 1, \dots, l$ и $C_j \Leftrightarrow C_T, j = 1, \dots, m$. Из множеств выявленных эффектов выбирают такие пары, у которых выполняется условие пересечения $C_i = A_j$, указывающее на то, что эти пары совместимы и образуют физический принцип действия из двух эффектов, а именно $A_i \Leftrightarrow B_i \Leftrightarrow (C_i \Leftrightarrow A_j) \Leftrightarrow B_j \Leftrightarrow C_j$.

По аналогии проверяется возможность образования цепочек из трех (и более) ФЭ.

Таким образом, встречным наращиванием цепочек совместимых ФЭ от A_1 до C_T можно получать новые варианты принципов действия ИП.

3 шаг. Анализ совместимости ФЭ. Выявленные на предыдущем шаге цепочки различных принципов действия ИП удовлетворяют

только качественной совместимости, т. е. по совпадению наименований входов и выходов ФЭ. На этом шаге проводят количественную совместимость синтезированных ФЭ путём сравнения интервалов возможных значений величин входов, выходов и определения соответствующих масштабных коэффициентов.

4 шаг. Разработка схемы и конструкции ИП. На основе вариантов, удовлетворяющих качественной и количественной совместимостям ФЭ, разрабатывают проект схемы и массо-габаритной конструкции ИП, для чего изображают конструктивные элементы (узлы, детали), соответствующие отдельным ФЭ, определяют их взаимное расположение и компоновку, а также прохождение потоков энергии через такие элементы. По величинам известных потоков энергий (различных энергетических полей, веществ, информации) определяют геометрические свойства проектируемого ИП, а с учётом свойств (например, плотностей) используемых материалов оценивают его массовые характеристики.

Выводы. Приведены примеры использования рассмотренного способа при проектировании на уровне изобретений новых ИП сельскохозяйственной автоматики. На базе компьютерных средств предложено создание автоматизированных банков инженерных знаний, предназначенных для выбора и обоснования новых конструкторско-технологических решений при ускоренной разработке ИП.

Литература

1. Половинкин А. И. Теория проектирования новой техники. Закономерности техники и их применение : монография / А. И. Половинкин. – М. : Информэлектро, 1991. – 240 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ НОВИХ ДАВАЧІВ

Суднік Ю.А., Загінайлов В.І., Толстая А.М.

Анотація - запропоновано створення автоматизованих банків інженерних знань, призначених для вибору і обґрунтування нових конструкторсько-технологічних рішень на базі комп'ютерних засобів.

MODELLING AND DESIGNING NEW SENSORS

Y. Sudnik, V. Zagainilov, A. Tolstaya

Summary

Creation of the automated banks engineerings knowledges, intended for a choice and ground new design-engineering decisions on the base of computer facilities is in-process offered.