

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН, С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

С. Н. Котова, В. Б. Попов

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель В. А. Голуб

Нынешние условия проектирования и производства сельскохозяйственной техники характеризуются быстрой сменой моделей сельскохозяйственных машин, использованием новой информационной технологии проектирования, для которой характерен рост наукоемкости разрабатываемых проектов. Сложившаяся ситуация приводит к необходимости интенсификации процесса создания новой техники, требует повышения качества проектируемых изделий и организации производства конкурентоспособных машин за более короткие сроки и все это при одновременном снижении затрат финансовых и трудовых ресурсов. При этом особо важное значение приобретают сроки и качество выполнения проектно-конструкторских работ, поддерживаемых новой технологией проектирования, основанной на использовании методов математического моделирования и применении средств вычислительной техники.

Целью исследования является изучение автоматизации процесса проектирования, испытаний и доводки опытного образца сельскохозяйственной техники, а также

определение экономического эффекта от применения прикладной программы, позволяющей сократить объем стендовых и полевых испытаний модернизированной сельскохозяйственной техники за счет их имитации на ПЭВМ.

Так, например, в сельскохозяйственном машиностроении изготавливался макетный или опытный образец машины, проводились заводские и лабораторно-полевые испытания, в процессе которых определялись его выходные параметры и характеристики, оценивались надежность функционирования и степень выполнения технических требований, предъявляемых к объекту. Если вариант технической разработки оказывался неудачным, все повторялось сначала и потому сопровождалось сравнительно большими временными и материальными затратами. Кроме того, время полевых испытаний всегда ограничено и составляет, как правило, не более трети календарного года, поэтому возникает необходимость применения абстрактного моделирования. Абстрактное моделирование связано с построением абстрактной модели, представляющей собой математические соотношения, схемы, графы, диаграммы и т. п. Наиболее мощным и универсальным методом абстрактного моделирования является математическое моделирование, широко используемое в научных исследованиях и при проектировании технических объектов.

Его применение в большинстве случаев позволяет значительно сократить объемы испытаний и доводочных работ, обеспечить создание сельскохозяйственных машин с высокими показателями эффективности и качества. Одним из основных компонентов системы проектирования как узлов и агрегатов, так и изделия в целом в этом случае становится математическая модель (ММ).

Математическая модель – это совокупность математических объектов и отношений между ними, адекватно отображающая физические свойства создаваемого технического объекта. В качестве математических объектов выступают числа, переменные, множества, векторы, матрицы и т. п. Процесс формирования ММ и использования её для анализа и синтеза называется математическим моделированием.

В конструкторской практике под математическим моделированием обычно понимается процесс построения ММ, а проведение исследований на ММ в процессе проектирования называют вычислительным экспериментом.

Для осуществления вычислительного эксперимента на ПЭВМ необходимо разработать алгоритм реализации ММ. Алгоритм – это предписание, определяющее последовательность выполнения операций вычислительного процесса.

При автоматизированном проектировании (сельскохозяйственных машин) алгоритм представляет собой совокупность предписаний, обеспечивающих выполнение операций и процедур проектирования, необходимых для получения проектного решения. Алгоритм, записанный в форме воспринимаемой ПЭВМ, представляет собой программную модель.

Стендовые испытания представляют собой испытания отдельных деталей, узлов техники на стендовом (специальном) оборудовании в экспериментальных цехах или лабораториях завода-изготовителя. Стендовые испытания подразделяются на исследовательские и ресурсные. Исследовательские проводят при создании нового изделия и модернизации серийной продукции. Ресурсные испытания проводятся периодически на образцах серийной продукции. Также могут проводиться сравнительные стендовые испытания. Стендовые испытания, как правило, проводит разработчик новой техники (РКУП «ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике»). Приемные (стендовые) испытания выполняет завод-изготовитель (ГЗСК) – это контроль выпускаемой продукции, например, предохранительные муфты.

Объем стендовых и полевых испытаний определяется программой испытаний согласно, запланированного объема работ и его трудоемкости. Существуют ускоренные испытания, которые обеспечивают имитацию работ сельскохозяйственной техники за более короткий срок (так, например, УЭС-2-250 – универсальное энергетическое средство, имея срок эксплуатации 8 лет, на стендах ускоренно может быть обкатан за 4 месяца, согласно ТУ). Уникальный комплексный стенд для исследований и ускоренных испытаний полнокомплектных машин, имеющий в СНГ лишь один аналог, моделирует наиболее тяжелые условия применения техники, т. е. нагрузки и вибрацию как при самых неблагоприятных условиях эксплуатации, что позволяет определить работоспособность как машины в целом, так и элементов ее конструкции.

Главный критерий объема испытаний – работоспособность техники и ее безотказность в процессе эксплуатации. Если в процессе испытаний происходят поломки, то выполняются дополнительные расчеты, неисправность устраняется, и выполняются повторные испытания. В процессе проведения стендовых испытаний проверяются надежность, прочность узлов и агрегатов. При проведении полевых испытаний проверяются интегральные показатели: коэффициент готовности, наработка на отказ и прочие эксплуатационные показатели, согласно ГОСТам и ТУ. Компьютерная обработка данных стендовых испытаний обеспечивает точность и объективность результатов, необходимых для принятия оптимальных решений по отработке конструкции и доводки машин.

Полевые это, по сути, эксплуатационные испытания, когда проводятся проверка всей машины по критерию выполнения технологического процесса.

Бывают также предварительные испытания, по результатам которых составляется протокол ОПБ ГСКБ, иначе говоря, проведение внутривзаводских испытаний.

Существуют также приемочные и периодические испытания (согласно ТУ и ТЗ), которые выполняются МИС (Машиноиспытательной станцией) аттестованной на право проведения Минсельхозпродом. Проведение приемочных и периодических испытаний осуществляется на базе образца из партии.

Необходимость проведения полевых испытаний заключается в том, что, только полевые испытания способны дать комплексную оценку работы машины, надежность выполнения технологического процесса на соответствие требованиям ТУ и ТЗ и при этом все показатели регламентируются ГОСТами.

Время необходимое для проведения испытательных работ определяется величиной наработки на отказ (в ТУ). Нарботка на отказ может быть выражена в гектарах, в тоннах с учетом экономически целесообразного срока службы эксплуатируемого вида техники. В состав бригады испытателей входят: инженеры, слесари, водители, тензометристы, количественный состав бригады определяется объемом комплекса испытаний опытного образца.

На основании проведенного исследования по применению математического моделирования и вычислительного эксперимента с целью сокращения времени на доводку и испытания нового образца сельскохозяйственной техники, был выполнен расчет затрат на проведение комплекса испытаний. При расчетах использовалась методика определения затрат на проведение испытаний по доводке опытных образцов сельскохозяйственной техники до выполнения требований ТУ и ТЗ с РКУП «ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике». В результате получилось, что затраты времени на проведение испытаний и доводке опытного образца сельскохозяйственной техники сокращаются на 16,67 %, а экономия средств составит 34,19 % по отношению к первоначальной сумме затрат. Экономия средств при проведении испытательных и доводочных работ опытных образцов сельскохозяйственной техники

является актуальным в настоящее время для ГСКБ, т. к. финансирование разработок осуществляется из государственного бюджета, что в свою очередь имеет определенные трудности в достаточности средств и в своевременности их поступления. Поэтому для соблюдения сроков сдачи опытных образцов сельскохозяйственной техники подчас приходится обходиться собственными ресурсами из фонда накопления, что соответственно требует возвратности.

В результате также следует отметить, что формализация процесса проектирования сельскохозяйственных машин на основе математического моделирования их функциональных процессов позволяет не только автоматизировать процесс проектирования, но сократить затраты на доводку опытного образца до определенных требований заказчика. Формализация процесса проектирования узлов и агрегатов и собственно сельскохозяйственных машин на основе применения их функциональных ММ помимо вышеупомянутого, позволяет сократить объем стендовых испытаний узлов и агрегатов, выполнять имитацию полевых испытаний круглогодично, что способствует соблюдению сроков сдачи опытных образцов, а подчас и ускорению процесса доводки.

Таким образом, автоматизация проектирования и испытаний (как этапа проектирования) сельскохозяйственных машин, опирающиеся на математическое моделирование и вычислительный эксперимент, при прочих равных условиях придают изделиям более высокие потребительские качества соответствующие требованиям потребителей, обеспечивая возможность их успешной конкуренции на рынке сбыта для производителей и оптимальный уровень затрат ресурсов для разработчиков новых моделей.

Л и т е р а т у р а

1. ГОСТ 28301-89 (СТ СЭВ 6542-88). Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний.
2. ГОСТ 27310-87. Комбайны картофелеуборочные. Общие технические требования.
3. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства. – 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. В. Г. Гусакова; сост. Я. Н. Бречко, М. Е. Сумонов. – Минск : БелНИИ аграрной экономики, 2002. – 440 с.
4. ГОСТ 7057-2001. Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний.
5. Испытания сельскохозяйственной техники. Транспортные средства. Программа и методы испытаний. РД 10.13.1-88. (ОСТ 10.2.2).