

После расчётов необходимых параметров система сделает вывод о стабильности и качестве процесса производства концентрата. В результате чего будет сформирован паспорт на концентрат и отчёт о годности концентрата.

**Заключение.** Внедрение подобной системы в лаборатории малых и крупных химических предприятий позволит сократить временные затраты на расчёты, понизить вероятность вычислительной ошибки и увеличить производительность труда лаборанта.

#### Список цитируемых источников

1. *Арефьева Е. А.* Общая теория статистики / Е. А. Арефьева, Т. Н. Маркова. — Тула : ТулГУ, 2007. — 140 с.
2. *Гмурман В. Е.* Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. — М. : Высш. шк., 2003. — 479 с.

Материал поступил в редакцию 24.02.2015 г.

УДК 658.512

**А. Д. Иванов, О. А. Ямникова**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тульский государственный университет», Тула, Российская Федерация

### ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

**Введение.** В настоящее время при проектировании изделий и разработке конструкторской документации все чаще используются компьютерные системы. Одним из типов компьютерных систем, позволяющих значительно ускорить процесс проектирования изделий и разработки конструкторской документации, являются системы автоматизированного проектирования (САПР). На данный момент не все возможности САПР, позволяющие минимизировать временные затраты на этапе проектирования, активно используются на производстве. Одной из таких потенциальных возможностей САПР является параметрическое моделирование.

**Основная часть.** Процесс проектирования нового изделия в основе своей является творческой задачей, включающей как анализ требований, так и синтез решения [1]. Рассмотрим подробнее вторую часть. Ещё до внедрения компьютерных технологий главным способом сокращения времени при проектировании была стандартизация и унификация деталей и узлов изделия, что повышает универсальность технологических решений, т. е. применение унифицированных элементов сокращает время на всех этапах производственного цикла (таблица 1) [2; 3].

Как видно из таблицы, унификация влияет не только на время выполнения этапов, но и на себестоимость изделия, что повышает конкурентоспособность продукции.

Основа закладывается на тапе проектирования — это не только применение унифицированных деталей и узлов в конструкции нового изделия, но и использование унифицированных методик расчёта.

На этапе подготовки производства использование унифицированных деталей влечёт за собой применение разработанных ранее техпроцессов, в том числе и соответствующую оснастку. Следует отметить, что применение стандартного и унифицированного режущего и мерительного инструмента в разы повышает производительность и сокращает время на проектирование и производство сложного специального инструмента.

За счёт сокращения времени проектирования изделия и использования стандартного и унифицированного инструмента сокращаются и затраты на проектирование изделия, что уменьшает его себестоимость.

При этом возникает коммуникативный эффект для всех последующих этапов — если в изделии задействованы унифицированные элементы, то и обслуживание для них требует меньших затрат, так как запасные унифицированные узлы стоят дешевле уникальных. На последнем этапе унификация приводит к стандартной технологии демонтажа оборудования и полной утилизации изделия, что также приводит к снижению себестоимости работ.

К сожалению, унификация позволяет снизить со стороны конструктора творческую составляющую процесса проектирования, но не техническую, т. е. сократить время оформления КД. Применение САПР снижает процент ошибок по невнимательности, оставляя место новым видам ошибок. В отличие от стандартных узлов унифицированные требуют каждый раз разрабатывать новые чертежи, геометрия которых может полностью совпадать по форме с предыдущими разработками, но изменяют номинальные размеры, допуски и другие технологические характеристики. Поэтому при формировании нового КД на основе старого из-за человеческого фактора могут сохраняться старые значения.

Чтобы избежать такого вида ошибок, наиболее приемлемо использовать такой инструмент САПР как параметризация. Эту возможность позволяет «запрограммировать» любой элемент КД, будь то эскиз, чертёж, 3D модель детали или сборки. Ранее в работах [4; 5] было выявлено, что применение 3D моделей деталей сокращает количество ошибок на чертеже (т. е. на чертеже не могут появиться не согласованные номинальные размеры). Параметризация таких моделей позволит не допустить старых значений на новых комплектах КД (таблица 2).

Наиболее выгодна параметризация на уровне сборки, даже если изменяются только узлы, так как в этом случае геометрия стационарных деталей становится либо управляющим воздействием, либо ограничением для параметрических элементов [6; 7]. С точки зрения практического использования параметризации при проектировании наиболее выгодным является применение автоматизированной формы ввода исходных данных. Подобный встроенный компонент САПР позволит упростить работу с параметрической моделью и, как следствие, быстро и качественно получить результат.

Т а б л и ц а 1 — Унификация на различных этапах ЖЦИ

| Этап жизненного цикла изделия                        | Влияние применения унификации конструкции                                                                  |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Маркетинговые исследования                           | —                                                                                                          |
| Проектирование                                       | Сокращение времени проектирования и ошибок в КД                                                            |
| Технологическая подготовка производства              | Сокращение времени на разработку ТП и проектирование оснастки, возможность применения типовых техпроцессов |
| Производство                                         | —                                                                                                          |
| Послепродажное обслуживание и эксплуатация продукции | Сокращение себестоимости обслуживания                                                                      |
| Утилизация                                           | Сокращение себестоимости утилизации                                                                        |

Таблица 2 — Уровень параметризации для различных форм представления КД

| Метод унификации    | Тип параметризации            | Практическое применение при формировании КД |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|
| Индивидуальный      | Табличная параметризация      | Чертежи типовых деталей                     |
| Базовый             | Размерная параметризация      | 3D модели деталей                           |
| Агрегатно-модульный | Геометрическая параметризация | 3D модели сборочного узла                   |

Несмотря на все описанные выше плюсы параметризации, в настоящее время она достаточно редко применяется на производстве. Основной причиной этого является практически полное отсутствие учебных пособий, рассматривающих процесс использования параметризации. В связи с этим появляется необходимость в разработке автоматизированной обучающей системы по работе с параметризацией в САПР. Такая обучающая система позволит повысить уровень знаний уже работающих сотрудников предприятия и обучить работе с параметризацией новых сотрудников.

Разработка автоматизированной обучающей системы для обучения проектировщиков работе с параметризацией позволит повысить эффективность процесса обучения за счёт освобождения наставника от рутинной работы и сделать процесс обучения дистанционным. Для увеличения возможностей автоматизированной обучающей системы целесообразно использовать экспертную систему (ЭС).

Основной особенностью использования ЭС для обучения проектировщиков работе с параметризацией является возможность интеллектуальной поддержки обучаемых разного уровня подготовленности и нелинейного обучения. Кроме того, при использовании информации, полученной с помощью личностных тестов можно оптимально сформировать процесс обучения для конкретного специалиста, отталкиваясь не только от уровня его подготовленности, но и от его личностных качеств. Такие возможности обусловлены наличием в ЭС базы знаний.

**Заключение.** Внедрение обучающей системы на предприятии по применению параметрического моделирования позволит ускорить процесс освоения параметрического моделирования, что значительно сократит время проектирования изделия. Использование подобной системы возможно дистанционно, что позволит повышать квалификацию проектировщиков непосредственно на их рабочем месте.

#### Список цитируемых источников

1. Шагун, В. И. Режущий инструмент: Проектирование. Производство. Эксплуатация : учеб. пособие для вузов / В. И. Шагун. — Минск : ПИОН, 2002. — 496 с.
2. Ямникова, О. А. Типизация процесса разработки технологической оснастки как инструмент повышения качества / О. А. Ямникова, Е. Н. Якимович // Известия ТулГУ. Технич. науки. — Тула : ТулГУ, 2012. — Вып. 3. — С. 25—29.
3. Ямникова, О. А. Влияние унификации на технологичность изделия / О. А. Ямникова, А. И. Холманов, Ю. В. Французова // Известия ТулГУ. Технич. науки. — Тула : ТулГУ, 2013. — Вып. 12. — С. 245—250.

4. Григорьева, Н. С. Выбор оптимальной стратегии нормоконтроля конструкторской документации в машиностроении / Н. С. Григорьева, А. Н. Иноземцев, Д. И. Троицкий // Известия ТулГУ. Сер. Инструментальные и метрологические системы. — Тула : ТулГУ, 2004. — Вып. 1, ч. 2. — С. 208—213.

5. Григорьева, Н. С. Информационная поддержка нормоконтроля в управлении качеством конструкторской документации / Н. С. Григорьева, А. Н. Иноземцев, Д. И. Троицкий // Известия ТулГУ. Сер. Технологическая системотехника. — Тула : ТулГУ, 2003. — Вып. 1. — С. 141—149.

6. Ямникова, О. А. Методика построения параметрических моделей цилиндрических протяжек / О. А. Ямникова, С. А. Царев, Е. Н. Максимова // Известия ТулГУ. Технические науки. Тула : ТулГУ, 2013. — Вып. 12. — С. 220—223.

7. Электронный ресурс. — Режим доступа: [http://www.e-reading.link/chapter.php/127274/60/Kidruk\\_-\\_KOMPAS3D\\_V10\\_na\\_100\\_.html](http://www.e-reading.link/chapter.php/127274/60/Kidruk_-_KOMPAS3D_V10_na_100_.html). — Дата доступа: 22.12.2014.

Материал поступил в редакцию 24.02.2015 г.

УДК 681.3

А. Н. Ивутин, Д. О. Есиков

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тульский государственный университет», Тула, Российская Федерация

## ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПОСТРОЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ КАК СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

**Введение.** Устойчивость функционирования распределённых информационных систем (РИС) в современных условиях может быть достигнута путём рационального построения высоконадёжной подсистемы хранения данных и реализации мероприятий по обеспечению сохранности критичных, с точки зрения выполняемых системой функций, массивов данных [1, 2].

**Основная часть.** Основу подсистемы хранения данных составляют технические средства хранения и обработки информации, которые интегрируются в центры хранения и обработки данных (ЦХОД).

В рамках выше сказанного для обеспечения устойчивости функционирования распределённых информационных систем необходимо решить следующие задачи:

1. Определить состав технических средств системы хранения и обработки данных (СХОД).
2. Определить рациональный уровень расходов на формирование комплекса средств хранения данных в центрах хранения и обработки информации.
3. Оптимизировать распределение информационных ресурсов по центрам хранения и обработки данных.
4. Оптимизировать распределение резерва информационных ресурсов по центрам хранения и обработки данных.

Пусть все средства хранения данных, претенденты на включение в состав комплекса технических средств ЦХОД делятся на  $I$  групп. В каждую  $i$ -ю группу средств хранения входит  $Z_i$  средств хранения, имеющих номера с 1 по  $Z_i$ . Задана стоимость, время восстановления и объём информационного пространства каждого средства хранения данных.

Тогда, по критерию максимума значения коэффициента готовности системы хранения данных в целом задача оптимизации состава средств хранения информации может быть сформулирована следующим образом. Найти значения переменных  $z_i$  ( $i=1, 2, \dots, I$ ), такие что:

$$\prod_{i=1}^I K_{\Gamma_i}(z_i) \rightarrow \max,$$

при ограничениях:

– на время восстановления системы резервирования:  $\sum_{i=1}^I T_i^B(z_i) \leq T^B_{\text{доп}};$

– на общий объём средств хранения:  $\sum_{i=1}^{I_{\text{общ}}} V_i(z_i) \geq V_i^{\text{доп}};$

– на стоимость системы резервирования:  $\sum_{i=1}^I C_i(z_i) \geq C^{\text{доп}};$

– на значения переменных  $z_i = 0, 1, 2, \dots, Z_i;$

где  $C^{\text{доп}}$  — максимально допустимая стоимость системы хранения и резервирования;

$T^B_{\text{доп}}$  — максимально допустимое время восстановления системы хранения и резервирования;