

С. П. Трофимов, А. С. Пардаев

# **АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА МЕБЕЛИ**

Учебное пособие  
для студентов специальностей  
«Технология деревообрабатывающих производств»  
и «Дизайн» высших и средних учебных заведений

Минск  
«Колорград»  
2021

УДК 684.4:004(075.8)

ББК 37.134.1-05я73

Т76

**Трофимов, С. П.**

Т76 Автоматизация конструирования и подготовки производства мебели : учебное пособие для студентов специальностей «Технология деревообрабатывающих производств» и «Дизайн» высших и средних учебных заведений / С. П. Трофимов, А. С. Пардаев. – Минск : Колорград, 2021. – 100 с. : ил.

ISBN 978-985-596-851-2.

Пособие содержит сведения о терминологии и компонентах систем автоматизации конструирования и технологической подготовки производства мебели. В нем приведены краткие сведения об универсальных базовых и отраслевых специальных программных средствах автоматизации работ, включая интегрированные программные комплексы, системы автоматизации решения аналитических и расчетных задач при конструировании мебели, а также рассмотрены особенности и примеры их практического применения. В приложениях даны глоссарий, перечень актуальных нормативных документов в рассматриваемой предметной области и список источников информации.

Пособие будет полезно студентам смежных специальностей, аспирантам, преподавателям и инженерам.

**УДК 684.4:004(075.8)**

**ББК 37.134.1-05я73**

**ISBN 978-985-596-851-2**

© Трофимов С. П., Пардаев А. С., 2021

© Оформление. ООО «Колорград», 2021

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Мебель является одним из необходимых предметов среды и жизнедеятельности человека. К мебельной продукции относится совокупность стационарных или перемещаемых изделий для обстановки жилых, общественных помещений и других зон пребывания. Мебель чрезвычайно разнообразна по назначению, конструктивному, стилевому исполнению, применяемым материалам и комплектующим элементам.

Конструирование мебели – это процесс, направленный на обеспечение обустройства и надлежащих условий в предметно-пространственной среде с учетом запросов и потребностей человека.

Прекрасным конструкционным материалом, издавна используемым людьми в различных изделиях, включая мебель, является древесина. Натуральную древесину и композиционные материалы на ее основе характеризует широкий спектр физико-механических, эстетических, экологических и биологических показателей, учитываемых в зависимости от назначения, условий применения и наличия сырьевых ресурсов.

Наряду с древесиной, древесными композиционными и другими материалами растительного происхождения при изготовлении мебели используются и недревесные конструкционные материалы (металлы, полимеры, стекло, керамика, натуральный камень и даже бетон). Однако древесина – традиционный, возобновляемый, экологически безопасный и утилизируемый после использования «зеленый» материал – остается наиболее привлекательной для человека. Это является основой акцента авторов пособия на примерах решения вопросов автоматизации конструирования и подготовки производства мебели из наиболее широко применяемых древесных материалов.

Развитие мебельной промышленности сейчас происходит в условиях глобализации, насыщения рынка и конкуренции, необходимости быстрого обновления и расширения ассортимента продукции, использования принципов гибких автоматизированных производств и сквозных компьютерных информационных технологий. Конструкторско-технологическая подготовка производства мебели на большинстве предприятий уже осуществляется с применением комплекса средств систем автоматизированного проектирования (САПР) и сопровождения жизненного цикла изделий.

В ходе конструкторско-технологической подготовки производства мебели разрабатываются комплекты конструкторской (КД) и технологической документации (ТД), необходимые для изготовления, контроля, испытания, приемки, эксплуатации и ремонта изделий (чертежи, спецификации,

ведомости комплектующих элементов, технические описания, схемы, расчетно-пояснительные записки), а также (в последнее время) безбумажные средства и технологии реализации конструкторских разработок.

Все реже в условиях индустриального производства разработка конструкторской (КД) и технологической документации (ТД) основывается на применении ручных чертежных приборов, простых средств измерений, вычислительной, организационной, множительной техники и бумажных носителей информации. Расширяющееся внедрение и системное использование средств автоматизации работ позволяют повысить качество документации и изделий, эффективность производства и труда специалистов.

Виды, комплектность и порядок разработки КД установлены стандартами единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Процесс подготовки производства изделий имеет определенную структуру. Стадии и этапы разработки КД определены ГОСТ 2.103-2013 «ЕСКД. Стадии разработки». Требования к конструкции конкретных изделий, их элементам и методам испытаний содержат соответствующие технические нормативные правовые акты (ТНПА) – ГОСТ, ТУ, РТМ и некоторые другие документы. Краткие сведения о них приведены в [3, 4, 6].

Порядок разработки ТД и постановки продукции на производство регламентировался стандартами единых систем технологической подготовки производства (ЕСТПП), технологической документации (ЕСТД), рядом других ТНПА на конкретные виды мебели, материалы и комплектующие изделия.

В процессе автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства должны решаться задачи разработки КД и ТД и управляющих программ для оборудования (обрабатывающих центров и др.), возможности проведения компьютерных виртуальных и натуральных испытаний изделий (например, прочность и устойчивость), моделирования процесса обработки предметов труда и деятельности человека в предметно-пространственной среде, а также управления и сопровождения бизнес-процессов.

В пособии рассматриваются прогрессивные тенденции и средства автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства мебели. Оно включает разделы, содержащие введение в системы автоматизации проектирования, сведения об универсальных и специальных компьютерных программах с примерами, иллюстрирующими использование их при конструировании и решении расчетно-аналитических задач, о терминологии (гlossарий), актуальных ТНПА и источниках информации в рассматриваемой предметной области.

Для реализации указанных задач необходимо наличие квалифицированных кадров в рассматриваемой предметной области. Цель книги – дать

краткое изложение принципов и средств автоматизации конструирования и подготовки производства мебели.

Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, учащихся колледжей, технических училищ и всех интересующихся освоением прогрессивных технологий в области изготовления мебели в процессе учебы и практической деятельности.

Издание является весьма актуальным по причине появления и освоения новых изделий, конструкций, материалов, технологий, оборудования, инструментальных средств обеспечения инженерного труда и изменений в нормативно-технической базе. Авторы выражают свою признательность дипломированным практикующим инженерам И. В. Буслову и Ю. И. Крупскому за помощь в подготовке некоторых информационных материалов.

# 1. ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Подготовка производства мебели включает ряд последовательных этапов и совмещенных во времени действий, направленных на решение комплекса технических, технологических, нормативно-правовых, социальных, экономических и организационных задач.

**Решение задач конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП)** связано обоснованием выпуска, разработкой конструкций изделий, выбором материалов, технологий и технических средств, изготовлением опытных образцов, проведением испытаний, обязательной или добровольной сертификацией изделий и разработкой соответствующей документации, которые должны обеспечить экономическую эффективность, реализацию выпускаемой продукции и ее эксплуатационную безопасность.

В промышленности возрастает значение применения компьютерных технологий в качестве средства автоматизации подготовки и осуществления производства. Это проявляется в увеличении их присутствия и эффективности применения в различных сферах деятельности (информационного, научного, проектного, конструкторского, технологического, технического, кадрового и управленческого обеспечения предприятий). Немаловажен также факт роста численности занятых на компьютеризированных рабочих местах.

Следует отметить наличие некоторого сходства и различия в терминах **проектирование** (лат. *proiectus* – брошенный вперед) и **конструирование** (лат. *construo* – строю конструкцию).

**Проектирование** – творческий процесс преобразования первичной информации в документацию, необходимую для создания нового, еще не существующего объекта. В инженерной практике термин проектирование относится прежде всего к области архитектурно-строительной деятельности, а конструирование – к разработке конструкции (структуры и устройства изделий). Вместе с тем комплекс работ по созданию какого-либо изделия или набора предметов интерьера или открытого пространства часто относят к категории «проект», например «проект набора мебели для гостиной».

В ходе КТПП разрабатываются взаимосвязанные комплекты конструкторской и технологической документации, обеспечивающие выпуск изделий. Выбор способа, применяемых средств и степень детализации разработки конструкторско-технологической документации должны учитывать специфику, условия выполнения работы и требования технических норма-

тивных правовых актов (ТНПА), к которым относятся стандарты, технические условия и ряд других документов.

Совершенствование процессов КТПП в значительной мере связано с применением систем автоматизированного проектирования, которые обеспечивают повышение качества конструирования и изготовления изделий, результативности труда специалистов, сокращение сроков выполнения работ, улучшение информационного сопровождения всех сфер деятельности предприятий.

**Автоматизированная система (АС)** – система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций (приведено из определений термина, содержащихся в ТНПА – по ГОСТ 34.003-90).

В зависимости от вида деятельности выделяют, например, следующие виды АС: автоматизированные системы управления (АСУ), **системы автоматизированного проектирования (САПР)**, автоматизированные системы научных исследований (АСНИ) и др. В зависимости от вида управляемого объекта (процесса) АСУ делят, например, на АСУ технологическими процессами (АСУТП), АСУ предприятиями (АСУП) и т. д.

Автоматизация проектирования как способ разработки проекта основана на взаимодействии специалистов в САПР, рациональном распределении функций между человеком и техникой при обоснованном выборе методов решения задач. Специалист должен решать задачи творческого характера, а машина – выполнять работу, допускающую четкое алгоритмическое описание. Таким образом, в САПР используются эвристический (поиск решений, основанный на опыте и интуиции) и алгоритмический методы.

**Цели создания и применения САПР:** совершенствование и оптимизация объектов разработки; устранение дорогого и длительного физического моделирования; сокращение трудозатрат, сроков и стоимости выполнения работ; использование прогрессивных сквозных компьютерных технологий в деятельности предприятия; повышение точности и качества оформления документации.

Достижение этих целей обеспечивают: автоматизации оформления документации; информационная поддержка автоматизации процесса принятия решений; использования технологий параллельного проектирования; унификации проектных решений и процессов проектирования; повторное использование проектных решений, данных и наработок; замена натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием; повышение качества управления проектированием; применение методов вариантного проектирования и оптимизации.

**Основные характеристики САПР:** 1) разработка и применение эффективных математических моделей проектируемых объектов; 2) реализация преимуществ многовариантного проектирования и оптимизации; 3) применение эффективного программного обеспечения для выполнения графических и расчетно-аналитических работ; 4) создание и применение банков нормативных, справочных и других данных; 5) применение средств автоматизации ввода, обработки, хранения, защиты, поиска и вывода информации; 6) унификация, стандартизация методов проектирования, программирования и средств технического обеспечения; 7) повышение качества подготовки исходных данных и разрабатываемой документации; 8) увеличение доли творческого труда; 9) наличие специалистов в области САПР.

Значение САПР возрастает по мере повышения требований к качеству и конкурентоспособности изделий в условиях сокращения сроков конструкторско-технологической подготовки выпуска продукции, применения оборудования гибких автоматизированных производств (ГАП) и сквозных компьютерных технологий сопровождения жизненного цикла изделия.

Появились сферы деятельности, где уже невозможно достаточно быстро и качественно выполнить работу без применения САПР (например, многокритериальный анализ конструкции изделий, дизайнерская проработка решений в архитектуре и интерьере).

Автоматизация проектирования является характерной чертой научно-технического прогресса. Она изменяет характер инженерного труда на основе передовых методов выполнения работ, повышает эффективность конструкторских решений, сокращает сроки разработки, модификации, тиражирования документации и обеспечивает информационную поддержку жизненного цикла изделия.

Современный этап развития компьютерных информационных технологий и САПР характеризуется комплексностью подходов, решений с получением положительного экономического эффекта, жизненно необходимого в рыночных условиях деятельности предприятий. Одно поколение технических и программных средств быстро сменяется другим.

САПР (англ. CAD – *Computer Aided Design systems*) становятся звеном интегрированного производственного комплекса (ИПК) и все чаще функционируют в структурах типа CAD/CAM/CAE/PDM (расшифровку аббревиатур содержит глоссарий). Еще более высокий уровень интеграции обеспечивается в системах сквозных компьютерных технологий сопровождения жизненного цикла объекта разработки – CALS (*Continuos Acquisition Lifecycle Support*).

**Принципы построения САПР:** 1) системное единство; 2) совместимость функций частей и открытость для пользователя; 3) типизация с ис-

пользованием унифицированных элементов; 4) возможность развития, пополнения и обновления; 5) включение в автоматизированные системы (АСУ) более высокого уровня; 6) интеграция проектных, конструкторских САПР и АСУ; 7) комплектность (обеспечение проектирования элементов и объекта в целом на всех стадиях); 8) информационное единство (терминов, обозначений, символов, языков программирования, способов представления информации); 9) инвариантность (независимость от вида объекта проектирования); 10) модульность построения; 11) оптимизация проектных решений.

При создании САПР должно быть обеспечено информационное взаимодействие в цепи «идея (заказ) – концептуальная разработка конструкции – исследование и испытание – производство – эксплуатация изделия» (рис. 1).



Рис. 1. Схема информационных связей САПР конструктора изделия

К достижениям информационных технологий относится обеспечение возможности коллективной работы специалистов над проектом в условиях территориальной разобщенности и удаленного доступа. В этом случае статус пользователя – системный администратор. Для защиты информации от несанкционированного доступа используется пароль.

Коллективная работа специалистов в группах может быть взаимосвязана на общей графической подосновой (объемно-планировочные решения интерьера, заданные размеры изделия и т. п.), расчетными показателями и общей базой данных. Интеграция в САПР ускоряет работу за счет исключения повторного ввода, перекачки информации и облегчает управление процессом проектирования.

Коллективная работа пользователей в САПР, рациональное использование распределенных технических, программных, информационных ресурсов (корпоративных и внешних), интеграция с автоматизированными системами управления (АСУ) базируются на сетевых решениях.

Локальные (ЛВС), корпоративные (КВС) и глобальные (ГВС) вычислительные сети обеспечивают работу исполнителей в группах при совместном решении конструкторских и технологических задач с возможностью привлечения сотрудников на удаленную работу (telework, telejob, telecommuting, outsourcing). Сетевые технологии становятся нормой организации инженерного труда.

Для создания и функционирования САПР необходимо наличие определенного набора средств, в состав которых входят математическое, программное, информационное, техническое, лингвистическое, организационное, кадровое и методическое обеспечение.