

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ МЕЖОТРАСЛЕВЫМИ КОМПЛЕКСАМИ СТАНДАРТОВ НА РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ УПРАВЛЕНИЯ

Часть 3. Системы автоматизированного проектирования

Будкин Ю.В., д-р техн. наук, ФГБУ «Институт стандартизации», профессор РУТ (МИИТ)

В статье представлены результаты исследований межотраслевых систем и комплексов стандартов с целью их актуализации и использования для обеспечения информационных систем и процессов разработки и внедрения наукоемкой техники. Третья часть посвящена системам автоматизированного проектирования, устанавливающим правила выполнения процессов проектирования на стадиях жизненного цикла наукоемкой техники, инженерного анализа и управления техническими документами и данными. Обоснована целесообразность увязки стандартов САПР с Единой системой стандартов автоматизированных систем управления (ЕСС АСУ 24) и Комплексов стандартов на информационные технологии (КСАС 34).

Применение действующих стандартов организациями и предприятиями оборонно-промышленного комплекса требует весьма серьезной доработки и терминологической увязки с действующими стандартами комплексов ЕСС АСУ 24 и КСАС 34. Основой для гармонизации стандартов САПР и комплексов могут быть разработанные в последние десятилетия стандарты ИСО в области компьютерного моделирования, устанавливающие правила выполнения процессов проектирования на стадиях ЖЦ изделий, инженерного анализа и управления техническими документами и данными. Это позволит отказаться от изготовления физических (материальных) макетов, а в некоторых случаях – и технической документации, перейдя на новый технологический уровень в проектных работах – работу непосредственно с различными видами данных об изделии на протяжении его жизненного цикла

Ключевые слова: информационные системы и процессы, машиностроение, стандарт, автоматизированная система управления, система автоматизированного проектирования.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АСУ – автоматизированная система управления

ДЭ – документ электронный

ЕСКД – Единая система конструкторской документации

ЕСТД – Единая система технологической документации

ЕСПД – Единая система программной документации

ЕСС АСУ – Единая система стандартов автоматизированных систем управления

ЖЦИ – жизненный цикл изделия

СALS (ИПИ) – информационная поддержка жизненного цикла изделий

ИТ – информационная технология

КД – конструкторская документация

НД – нормативный документ (нормативная документация и национальных стандартов машиностроения и приборостроения)

САПР – Система автоматизированного проектирования

СРПП – Система разработки и постановки продукции на производство

ЭВМ – электронно-вычислительная машина

ЭД – эксплуатационный документ (эксплуатационная документация)

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время комплекс стандартов «Системы автоматизированного проектирования» фактически состоит из 4 стандартов:

- ГОСТ 23501.101 Системы автоматизированного проектирования. Основные положения;

- ГОСТ 23501.108 Системы автоматизированного проектирования. Классификация и обозначение и примыкающие к ним;
- ГОСТ Р 70290–2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Термины и определения;
- ГОСТ Р 59988.00.0–2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Информационное обеспечение. Технические характеристики электронных компонентов. Общие положения.

Комплекс стандартов «Системы автоматизированного проектирования» задумывался в конце 70-х годов прошлого века как всеобъемлющий комплекс взаимоувязанных межотраслевых документов. Объектами стандартизации должны были являться различные САПР отраслей машиностроения, приборостроения и строительства, а также все виды их компонентов.

ГОСТ 23501.101 выпущен взамен шести стандартов: ГОСТ 23501.0–79, ГОСТ 23501.4–79, ГОСТ 23501.9–80, ГОСТ 23501.13–81, ГОСТ 23501.16–81, ГОСТ 23501.17–82. Изначально они представляли некое подобие системы, но после замены на ГОСТ 23501.101 система по сути перестала существовать.

Система САПР восстановилась в 2022 г. принятием семи стандартов в области электронной компонентной базы – ГОСТ Р 59988.00.0–2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Информационное обеспечение. Технические характеристики электронных компонентов. Общие положения.

Комплекс стандартов по техническим характеристикам электронных компонентов представляет собой совокупность отдельно издаваемых стандартов ГОСТ Р 59988.02/03/04–2022. Эти стандарты относятся к одной из тематических групп: «Спецификации декларативных знаний» либо «Перечень технических характеристик». Стандарты комплекса могут принадлежать как ко всем электронным компонентам, так и к отдельным группам объектов стандартизации.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Стандарты распространяются на САПР, создаваемые в проектных, конструкторских и технологических организациях, научно-производственных объединениях, предприятиях (далее – организациях) отраслей промышленности, и устанавливают общие положения, основные принципы создания, состав и структуру САПР, представляющих собой важное прикладное направление развития информационных технологий, анализ которых начат автором в первых частях данной серии работ [1, 2], а также требования к компонентам видов обеспечения [3–6].

САПР определен как организационно-техническая система, входящая в структуру проектной организации и осуществляющая проектирование при помощи комплекса средств автоматизированного проектирования (КСАП), причем взаимодействие подразделений проектной организации с комплексом средств автоматизации проектирования регламентируется организационным обеспечением.

Основная функция САПР определена как выполнение автоматизированного проектирования на всех или отдельных стадиях проектирования объектов и их составных частей.

В отличие от многих других стандартов той поры, это был громадный шаг вперед, поскольку он связывал САПР с проектированием изделий, а не с разработкой документации, как до сих пор осталось в системах ЕСКД, ЕСТД, СРПП и других.

Стандарт устанавливал, что при создании САПР и их составных частей следует руководствоваться следующими основными принципами:

- системного единства, который должен обеспечивать целостность системы и системную связность проектирования отдельных элементов и всего объекта проектирования в целом (иерархичность проектирования);
- совместимости, который должен обеспечивать совместное функционирование составных частей САПР и сохранять открытую систему в целом;
- типизации, который должен был заключаться в ориентации на преимущественное создание и использование типовых и унифицированных элементов САПР. Было установлено, что типизации подлежат элементы, имеющие перспективу многократного применения, при этом предусматривалось, что типовые и унифицированные элементы периодически проходят экспертизу на соответствие современным требованиям САПР и модифицируются по мере необходимости;
- развития, который должен был обеспечивать пополнение, совершенствование и обновление составных частей САПР, а также взаимодействие и расширение взаимосвязи с автоматизированными системами различного уровня и функционального назначения.

Составные структурные части САПР зачем-то были жестко связаны с организационной структурой проектной организации, и определено, что ими являются подсистемы, в которых при помощи специализированных комплексов средств решается функционально законченная последовательность задач САПР.

По назначению подсистемы были разделены на проектирующие и обслуживающие.

Предполагалось, что проектирующие подсистемы имеют объектную ориентацию и реализуют определенный этап (стадию) проектирования или группу непосредственно связанных проектных задач.

Примерами проектирующих подсистем определены:

- подсистема эскизного проектирования;
- подсистема проектирования корпусных деталей;
- подсистема проектирования технологических процессов механической обработки.

В свою очередь предполагалось, что обслуживающие подсистемы имеют общесистемное применение и обеспечивают поддержку функционирования проектирующих подсистем, а также оформление, передачу и выдачу полученных в них результатов. Примерами обслуживающих подсистем являются:

- автоматизированный банк данных;
- подсистема документирования;
- подсистема графического ввода/вывода.

Еще одним положительным моментом являлось, что системное единство САПР обеспечивается наличием комплекса взаимосвязанных моделей, определяющих объект проектирования в целом, при этом появилось понятие информационной модели объекта проектирования (т. е. то, к чему пришло ИСО в начале 90-х прошлого века).

Системное единство внутри проектирующих подсистем обеспечивается наличием единой информационной модели той части объекта, проектное решение по которой должно быть получено в данной подсистеме.

Также было предусмотрено, что комплексы средств проектирования могут объединять свои вычислительные и информационные ресурсы, образуя локальные вычислительные сети подсистем или систем в целом.

Стандарт устанавливал перечень структурных частей комплексов средств как компонентов следующих видов обеспечения: программного, информационного, методического, математического, лингвистического, технического.

При этом компоненты видов обеспечения выполняют в комплексах средств заданную функцию и представляют наименьший (неделимый) самостоятельно разрабатываемый (или покупной) элемент САПР (например, программа, инструкция, дисплей и т. д.).

ГОСТ 23501.108 устанавливает метод и признаки классификации, основные классификационные группировки, правила обозначения САПР и распространяется на САПР и их подсистемы, создаваемые в проектных организациях, на предприятиях и объединениях отраслей машиностроения, приборостроения и строительства.

Для классификации САПР использован фасетный метод классификации, при этом установлены следующие признаки классификации САПР:

- тип объекта проектирования;
- разновидность объекта проектирования;
- сложность объекта проектирования;
- уровень автоматизации проектирования;
- комплексность автоматизации проектирования;
- характер выпускаемых документов;
- количество выпускаемых документов;
- количество уровней в структуре технического обеспечения.

По каждому признаку установлены классификационные группировки САПР, такие как:

- САПР изделий машиностроения (для проектирования изделий машиностроения);
- САПР изделий приборостроения (для проектирования изделий приборостроения, включая изделия радиоэлектроники);
- САПР технологических процессов в машиностроении и приборостроении (САПР для проектирования технологических процессов в машиностроении и приборостроении);
- САПР объектов строительства (для проектирования объектов строительства);
- САПР технологических процессов в строительстве (для проектирования технологических процессов в строительстве);
- САПР программных изделий (для проектирования программных средств, управляющих программ для станков с ЧПУ, роботов и т. п.);
- САПР организационных систем (для проектирования организационных систем).

Предусматривалось, что код и наименование классификационной группировки по признаку «Разновидность объекта проектирования» определяется по действующим классификаторам на объекты проектирования:

- для САПР изделий машиностроения и приборостроения – по классификатору ЕСКД или Общесоюзному классификатору промышленной и сельскохозяйственной продукции (ОКП);
- для САПР технологических процессов в машиностроении и приборостроении – по классификатору технологических операций в машиностроении и приборостроении или то отраслевым классификаторам;
- для САПР объектов строительства и САПР технологических процессов в строительстве – по отраслевым классификаторам.

ГОСТ Р 59988.00.0–2022 устанавливает требования к структуре информационного обеспечения автоматизированного проектирования в технологической подготовке производства. Единые требования к информационному обеспечению были разработаны с целью обеспечения информационной совместимости системы автоматизированного проектирования в процессе ее разработки и функционирования и снижения трудоемкости разработки системы автоматизированного проектирования путем унификации состава и способов представления информации.

При создании информационного обеспечения была заявлена необходимость выполнения следующих работ: определение структуры фонда информации; определение структурных моделей объектов информации; подготовка информации к переносу на машинные носители; формирование информационных массивов на машинных носителях; ведение информационных массивов и внесение изменений.

Предусматривалось, что подготовка информации к переносу на машинные носители, формирование информационных массивов на машинных носителях, ведение информационных массивов и внесение изменений должны соответствовать требованиям ГОСТ 14.408–74.

В стандарт введено понятие фонда информации, состоящего из следующих ее видов: оперативной информации; условно-постоянной и постоянной, и указано, что фонд информации создается в процессе разработки САПР и дополняется в процессе ее функционирования. Конечно, классификация и определения видов информации рудиментарные, эпохи СМ ЭВМ и ЕС ЭВМ, ориентированные на пакетный ввод данных, перфокарты и внешние съемные диски. Определялось, что оперативная информация содержит сведения об условиях решения задачи автоматизированного проектирования.

Условно-постоянная информация же является такой частью сведений, что ее изменения и дополнения входят в функции системы и не влияют на функциональные возможности САПР. По сути, это близко к тому, что сейчас принято называть нормативно-справочной информацией (НСИ). К НСИ были отнесены сведения о предмете производства; сведения о средствах производства; сведения о процессе производства и сведения о продукте производства.

К сведениям о предмете производства отнесены чертежи заготовок; государственные и отраслевые стандарты на материалы и сортамент; нормы расхода материалов; нормативы на выбор припусков; прейскуранты цен на материалы и т. д.

К сведениям о средствах производства отнесены каталоги, номенклатурные справочники и государственные и отраслевые стандарты на средства технологического оснащения; прейскуранты цен на средства технологического оснащения; технологические планировки производственных подразделений и т. д.

К сведениям о процессе производства отнесены: государственные и отраслевые стандарты, руководящие документы на технологические процессы; описания прогрессивных методов обработки; документация на действующие технологические процессы по видам обработки; материалы по выбору технологических нормативов, режимов обработки и т. п.

К сведениям о продукте производства отнесены чертежи изделий; технические требования на изделия; прейскуранты цен на изделия и т. д.

ВЫВОДЫ

Стандарты САПР устарели. За это время технические средства сделали технологический рывок, также произошли кардинальные изменения как в технологии, так и в идеологии проектирования, что в стандартах САПР практически не отражено. По сути, как таковой системы стандартов «Системы автоматизированного проектирования» (именно как системы) сейчас не существует. Оставшиеся действующие стандарты никакого влияния на установление нормативных и технических требований, обеспечивающих осмысленную взаимную увязку видов деятельности при проектировании, основное назначение которых состоит в установлении единых требований, правил, норм (далее требований) к выполнению, оформлению и обращению проектной и рабочей конструкторской информации, документов и данных на всех стадиях и этапах ЖЦИ.

Действующие стандарты в принципе ориентированы на разработчиков САПР, и по идее, при их актуализации можно было бы увязать их со стандартами систем 24 и 34. Однако возникает вопрос, нужно ли это делать: САПР есть разновидность автоматизированной системы и вопросы его создания вполне могут (и должны!) регламентироваться в рамках системы стандартов на АС. Исходя из этого, считаем, что в принятой постановки области действия они попросту не нужны.

Применение действующих стандартов организациями и предприятиями оборонно-промышленного комплекса требует весьма серьезной доработки и терминологической увязки с действующими стандартами комплекса КСАС 34 системы, в части документирования – со стандартами системы 19, что с учетом вышесказанного сводит их ценность к нулю.

Таким образом, считаем целесообразным преобразовать систему стандартов САПР, исходя из установления новой области применения. Основой могут быть разработанные

в последние десятилетия стандарты ИСО в области компьютерного моделирования, устанавливающие правила выполнения процессов проектирования на стадиях ЖЦ изделий, инженерного анализа и управления техническими документами и данными. Особо тщательно следует отразить в новых стандартах вопросы проверки и приемки результатов компьютерного проектирования, опять-таки опираясь на международно принятые практики и правила ИСО по верификации и валидации результатов, полученных из систем моделирования. Представляется, что такая система стандартов в об-

ласти САПР была бы очень востребованной, т.к. позволяла бы легитимно осуществлять проверку соответствия результатов проектирования исходным требованиям непосредственно в системах проектирования и в некоторых случаях действительно отказаться от изготовления физических (материальных) макетов, а в некоторых случаях – и технической документации, перейдя на новый технологический уровень в проектных работах – работу непосредственно с различными видами данных об изделии на протяжении его ЖЦ.

Список использованных источников и литературы

1. Будкин Ю.В. Обеспечение информационных систем и процессов разработки и внедрения наукоемкой техники межотраслевыми комплексами стандартов. Часть 1. Единая система стандартов автоматизированных систем управления // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2023. № 1 (71). С. 30–34.
2. Будкин Ю.В. Обеспечение информационных систем и процессов разработки и внедрения наукоемкой техники межотраслевыми комплексами стандартов. Часть 2. Система «Информационные технологии» // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2023. № 2 (72). С. 4–13.
3. Баранов Д.А., Будкин Ю.В., Миронов А.Н., Ниязова Ю.М. Совершенствование процесса создания наукоемких изделий ракетно-космического машиностроения на основе перехода к платформенному риск-ориентированному проектированию с учетом неполной информации о временных, финансовых и санкционно-технических ограничениях // Технология машиностроения. 2021. № 3. С. 54–62.
4. Анисимов Н.Р., Фролов В.А., Будкин Ю.В., Князев А.В. Новые подходы к обеспечению безопасности роботов в промышленной среде // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 1 (65). С. 12–17.
5. Будкин Ю.В., Соколов Ю.А., Фролов В.А. Алгоритмы искусственного интеллекта в естественных и искусственных источниках излучения. Часть 2. Излучение высококонцентрированными источниками нагрева // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 5 (69). С. 27–34.
6. Бурый А.С. Цифровые двойники как основа парадигмы развития прикладных информационных систем // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 6 (70). С. 24–30.

PROVISION OF INFORMATION SYSTEMS AND PROCESSES WITH INTERSECTORAL SETS OF STANDARDS AT VARIOUS LEVELS OF MANAGEMENT.

Part 3. Computer-aided design systems

Budkin Yu.V., Doctor of Engineering Sciences, Russian Standardization Institute, Professor of RUT (MIIT)

The article presents the results of research into inter-industry systems and sets of standards with the aim of updating them and using them to support information systems and processes for the development and implementation of high-tech technology. The third part is devoted to computer-aided design systems that establish rules for performing design processes at the stages of the life cycle of high-tech technology, engineering analysis and management of technical documents and data. It is justified that it is expedient to link CADS standards with the Unified System of Standards for Automated Control Systems (ESS ACS 24) and the Set of Standards for Information Technology (KSAS 34).

The application of current standards by organizations and enterprises of the military-industrial complex requires very serious refinement and terminological linking with the current standards of the ESS ASU 24 and KSAS 34 complexes. The basis for the harmonization of CADS standards and complexes can be the ISO standards developed in recent decades in the field of computer modeling, which establish the rules performing design processes at the stages of product life cycle, engineering analysis and management of technical documents and data. This will allow us to abandon the production of physical (material) models, and in some cases, technical documentation, moving to a new technological level in design work - working directly with various types of data about the product throughout its life cycle.

Keywords: information systems and processes, mechanical engineering, standard, automated control system, computer-aided design system

References

1. Budkin Yu.V. Obespechenie informacionnyh sistem i processov razrabotki i vnedreniya naukoemkoj tekhniki mezhotraslevymi kompleksami standartov. CHast' 1. Edinaya sistema standartov avtomatizirovannyh sistem upravleniya. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya, 2023, no. 1(71), pp. 30–34.
2. Budkin Yu.V. Obespechenie informacionnyh sistem i processov razrabotki i vnedreniya naukoemkoj tekhniki mezhotraslevymi kompleksami standartov. CHast' 2. Sistema «Informacionnye tekhnologii». Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya, 2023, no. 2(72), pp. 4–13.
3. Baranov D.A., Budkin Yu.V., Mironov A.N., Niyazova Yu.M. Sovershenstvovanie processa sozdaniya naukoemkih izdelij raketno-kosmicheskogo mashinostroeniya na osnove perekhoda k platformennomu risk-orientirovannomu proektirovaniyu s uchetom nepolnoj informacii o vremennyh, finansovyh i sankcionno-tekhnicheskikh ogranicheniyah, Tekhnologiya mashinostroeniya, 2021, no. 3, pp. 54–62.
4. Anisimov N.R., Frolov V.A., Budkin Yu.V., Knyazev A.V. Novye podhody k obespecheniyu bezopasnosti robotov v promyshlennoj srede. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya, 2022, no. 1 (65), pp. 12–17.
5. Budkin Yu.V., Sokolov Yu.A., Frolov V.A. Algoritmy iskusstvennogo intellekta v estestvennyh i iskusstvennyh istochnikah izlucheniya. CHast' 2. Izluchenie vysokokoncentrirovannymi istochnikami nagreva. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya, 2022, no. 5 (69), pp. 27–34.
6. Buryi A.S. Cifrovye dvojniki kak osnova paradigmy razvitiya prikladnyh informacionnyh sistem. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya, 2022, no. 6 (70), pp. 24–30.