

МЕТОД ВАЛИДАЦИИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ API КОМПАС-3D

А. С. БУРЕЕВ • В. В. АНТОНОВ • А. Ю. САПОЖНИКОВ

Аннотация. В статье анализируется современный процесс согласования электронной конструкторской документации (ЭКД) на примере программного обеспечения (ПО) Siemens, которое в условиях импортозамещения требует замены на отечественные решения. В процессе анализа выделяются этапы бизнес-процесса согласования ЭКД и некоторые функциональные возможности встроенного в систему NX модуля контроля качества Check-Mate для проверок. Проведено сопоставление существующих средств валидации ЭКД, реализованных в российских CAD- и PLM-системах. В качестве альтернативы предлагается метод валидации, построенный на использовании открытого API КОМПАС-3D и подключаемой библиотеки ActiveX, позволяющий расширять перечень проверок, минимизировать трудоёмкость ручного контроля ЭКД. В заключительной части также предоставляются рекомендации по способу реализации подобного модуля и дается ссылка на репозиторий с решением.

Ключевые слова: API, КОМПАС-3D; валидация ЭКД; импортозамещение зарубежного ПО.

Цитирование: Буреев А. С., Антонов В. В., Сапожников А. Ю. Метод валидации электронной конструкторской документации с использованием API КОМПАС-3D // СИИТ. 2025. Т. 7, № 4 (23). С. 49–57. EDN [SSNPDM](#).

ВВЕДЕНИЕ

На данный момент во многих отраслях промышленности в Российской Федерации происходят так называемые процессы импортозамещения, которые подразумевают собой отказ от западных аналогов программного обеспечения в пользу отечественных аналогов. Рассматривая подробнее ситуацию с конструкторскими бюро, можно обнаружить тот факт, что многие пользуются такими западными САПР как NX, CATIA, Autodesk Inventor, Creo и др.¹ В качестве отечественных аналогов данным САПР можно предложить КОМПАС-3D и T-FLEX CAD². Преимуществом использования КОМПАС-3D является ориентированность на отечественный рынок, наличие собственного геометрического ядра C3D разработки ООО «С3D Лабс» (г.Москва). Развитие САПР происходит в соответствии с государственными стандартами, т. е. там присутствуют функции, необходимые именно российскому разработчику конструкторской документации.

Разработка ЭКД в любой из САПР в настоящее время ведется под управлением PLM-системы (Product Lifecycle Management – управление жизненным циклом продукта), в которой затем происходит согласование документации. Ниже представлены PLM³ и связанные (присутствует возможность интеграции) с ними САПР (табл.1).

¹ NX CAD and CAM software. URL: <https://plm.sw.siemens.com/en-US/nx/>.

3D CAD CATIA. URL: <https://www.3ds.com/products/catia>.

Autodesk Inventor. URL: <https://www.autodesk.com/products/inventor/overview>.

CAD Creo 11. URL: <https://3hti.com/products-2/creo/creo-11/>.

² Информация о системе КОМПАС-3D. URL: <https://kompas.ru/kompas-3d/about/>.

T-FLEX CAD. URL: <https://tflexcad.ru/>.

³ Teamcenter PLM software. URL: <https://plm.sw.siemens.com/en-US/teamcenter/>.

Интеграция SmartTeam и Catia.

URL: https://www.3ds.com/ru/produkty-i-uslugi/catia/produkty/catia-v5/portfel/domain/User_Roles/product/CAI/.

ЛОЦМАН:PLM и интеграция с КОМПАС-3D. URL: <https://ascon.ru/products/locman-plm/>.

Концепция T-FLEX PLM. URL: <https://www.tflex.ru/plm/>.

Таблица 1

САПР и связанные PLM-системы

№ п/п	САПР	PLM
1	Siemens NX	Teamcenter
2	CATIA	Smart Team
3	КОМПАС-3D	ЛОЦМАН:PLM
4	T-FLEX CAD	T-FLEX PDM и T-FLEX DOCs

Переход к ЭКД сопряжен с проблемой большой трудоемкости ее проверок.

Для чертежей:

- проверка расположения объектов на заданных слоях;
- отсутствие скрытых элементов в поле чертежа;
- отсутствие объектов за пределами чертежа;
- проверка на целостность видов;
- проверка размеров на ручное внесение текстовых значений.

Для моделей детали:

- самопересечение граней;
- ограничения в эскизе;
- соответствие цвета модели заданному;
- проверка на наличие более одного твердого тела в файле модели;
- проверка расположения объектов по слоям;
- наличие скрытых объектов.

Для моделей сборочных единиц:

- проверка на врезание деталей (анализ зазоров по сопряженным поверхностям);
- наличие скрытых объектов.

Ряд проверок также реализуется и в PLM-системе.

Целью исследования является анализ текущего процесса согласования документации и способов валидации ЭКД при помощи программных средств собственной разработки в САПР КОМПАС-3D. В процессе исследования авторы также опирались на работы из смежных областей по созданию и обработке графических конструкторских документов из смежных областей по созданию и обработке графических конструкторских документов [[Ант25](#), [Гус24](#), [Кон24](#), [Куз24](#), [Мир23a](#), [Мир23b](#), [Мир24](#)].

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ВАЛИДАЦИИ ЭКД В ЭКОСИСТЕМЕ SIEMENS

Рассмотрим, как обеспечивается проверка ЭКД в системе Siemens NX, являющейся одной из наиболее распространенных в области машиностроения.

САПР Siemens NX включает в себя автоматизированный модуль NX Check-Mate контроля качества ЭКД. Данный комплекс обладает функциональными возможностями, позволяющими создавать модульные проверки с последующим их разбиением по профилям проверки в зависимости от требуемого критерия. Для обеспечения интерфейса между комплексом и пользовательской проверкой используются программы, разработанные на внутреннем языке программирования NX – Knowledge Fusion, для разработки же самих проверок возможно использование Java, C++, Python и прочие.

Далее представлен пример работы Check-Mate от NX с моделью детали (рис. 1).

Результаты данной проверки можно подробнее рассмотреть в следующем окне (рис. 2).

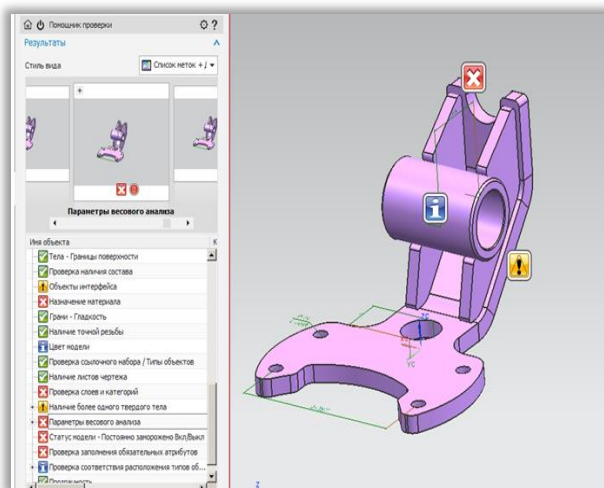


Рис. 1 Пример работы Check-Mate

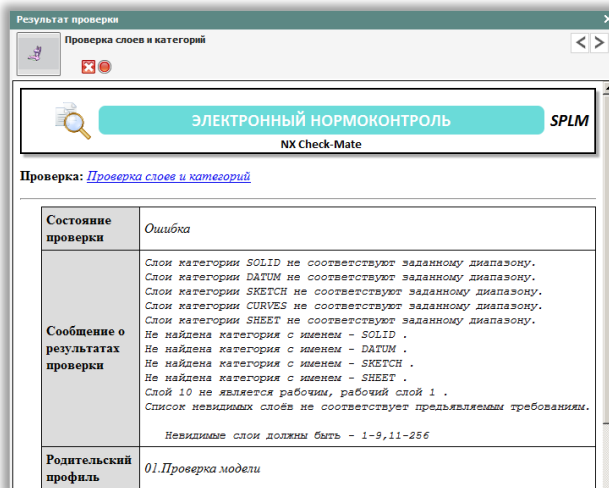


Рис. 2 Результаты проверки NX Check-Mate

Запуск некоторых проверок возможен из-под PLM системы [Ого19а]. Таким образом, с помощью Teamcenter происходит проверка атрибутов объекта. Алгоритм проверки заключается в выборе объекта в PLM-системе Teamcenter, верификации заполнения его атрибутов. В результате будут показаны выявленные ошибки.

Мнемосхема процесса согласования ЭКД

Ниже представлена мнемосхема процесса согласования ЭКД (рис. 3).

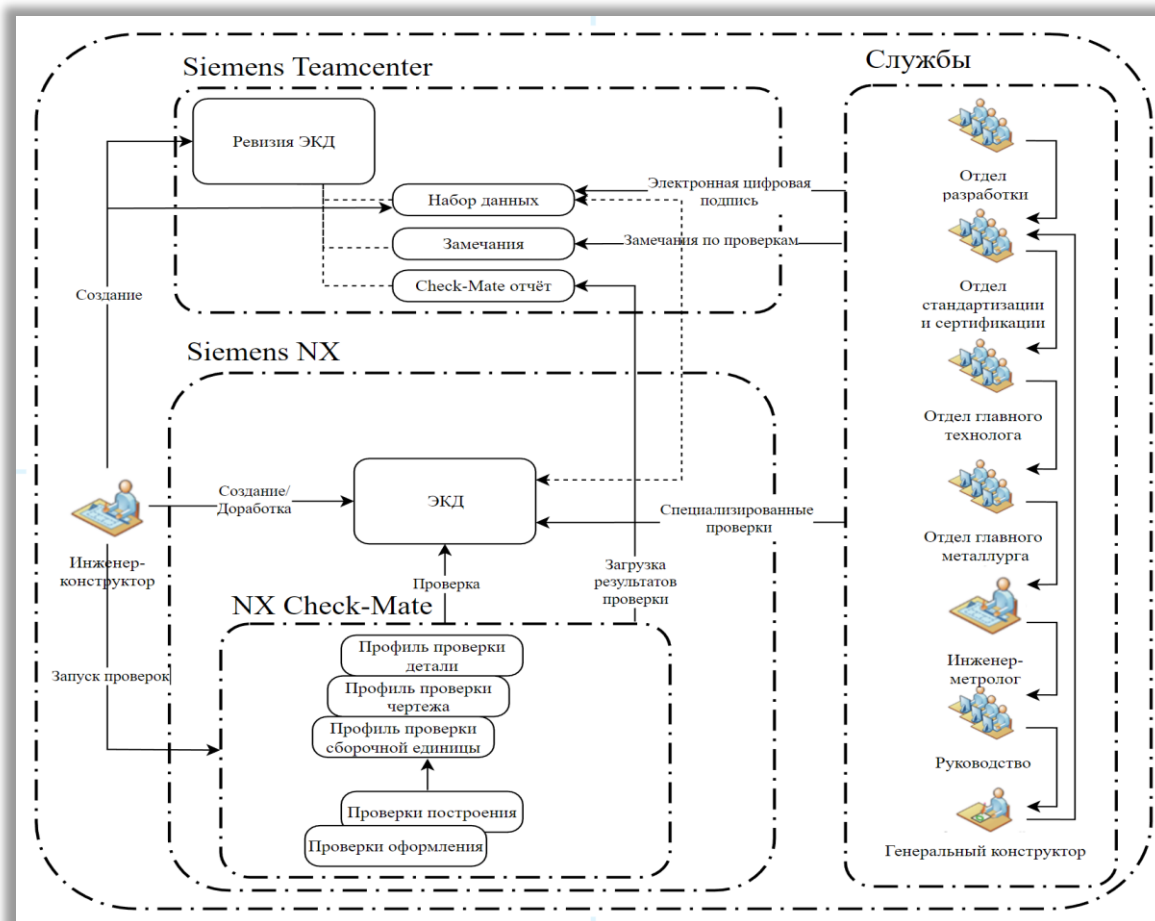


Рис. 3 Мнемосхема процесса согласования ЭКД

Инженером-конструктором создаётся ревизия ЭКД и соответствующий ей набор данных, к которому впоследствии будет прикреплен файл ЭКД. Далее, используя модуль Check-Mate, разработчик ЭКД запускает проверки из профиля, соответствующего типа (профиль модели детали, профиль чертежа и т. д.). После валидации результирующий отчет сохраняется в PLM-системе в составе ревизии.

Если отчет показывает, что ЭКД содержит ошибки по обязательным проверкам, инженер-конструктор не сможет инициализировать рабочий процесс согласования до устранения ошибок и повторного запуска модуля Check-Mate.

Если же ошибки отсутствуют, то процесс электронного согласования ЭКД становится доступным.

При отсутствии замечаний проверяющий сотрудник ставит свою электронную цифровую подпись. После сбора всех подписей ЭКД считается согласованной. Если в процессе согласования были выявлены ошибки, ЭКД возвращается инженеру-конструктору на доработку с соответствующим списком замечаний, прикрепляемым к ревизии в Teamcenter. Данный процесс к тому же можно распараллелить, тем самым ускорив его работу [Ого19b, Лют19].

ВРМN 2.0 модель процесса согласования ЭКД

Проведем более подробный анализ, используя нотацию ВРМN 2.0 (рис. 4).

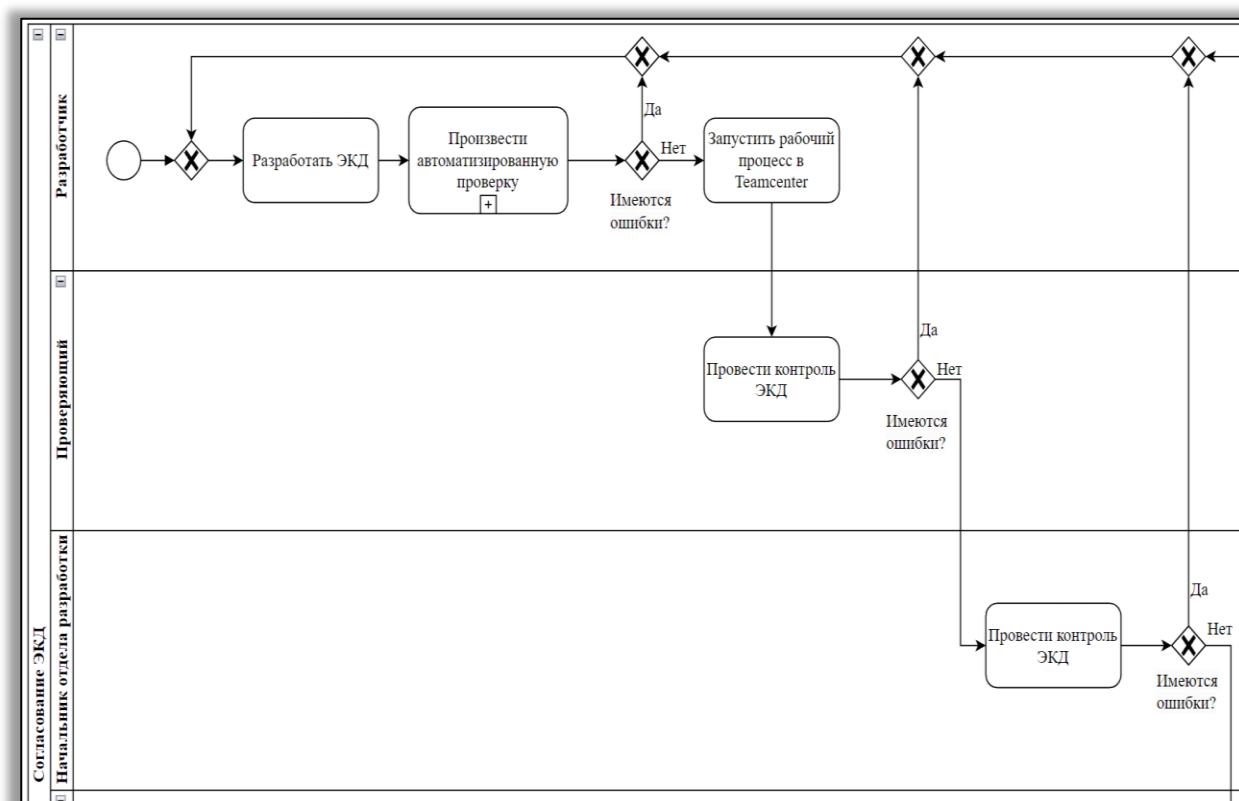


Рис. 4 Фрагмент модели процесса «Согласование ЭКД» в нотации ВРМN 2.0

Декомпозируем блок проверки ЭКД на уровне разработчика (рис. 5).

Как можно заметить, процесс согласования в конструкторском бюро на данный момент полностью автоматизирован и на каждом этапе подразумевает собой утверждение в электронном виде, переход на отечественный аналог без должного программного обеспечения для валидации ЭКД сильно замедлит данный. В связи с этим при переходе на аналог данной системы нужно заранее определить методы автоматизации проведения проверок в новом программном обеспечении.

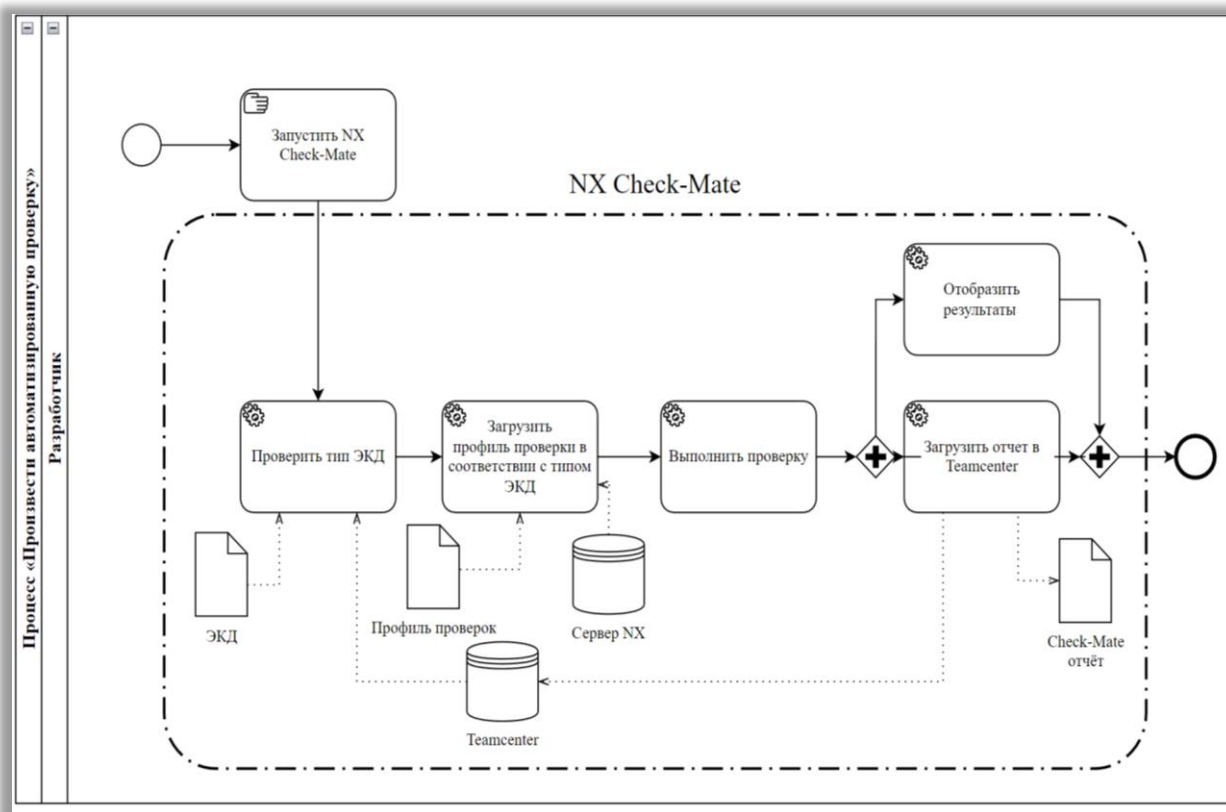


Рис. 5 Декомпозиция подпроцесса «Произвести автоматизированную проверку» (уровень разработчика)

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВАЛИДАЦИИ ЭКД

В экосистеме АСКОН уже существует специализированное ПО, способное производить автоматизированные проверки – КОМПАС-Эксперт. Кроме того, КОМПАС-3D имеет свое собственное API, с помощью которого возможна реализация проверок. Рассмотрим подробнее данные варианты.

КОМПАС-Эксперт

«КОМПАС-Эксперт»⁴ – это дополнительный модуль к системе автоматизированного проектирования «КОМПАС-3D», разработанный для автоматизации и упрощения проверки конструкторской документации в электронном виде. Его главное предназначение – обеспечить быструю и удобную валидацию 3D-моделей и чертежей на предмет соответствия стандартам и требованиям предприятия, а также сократить время, затрачиваемое инженерами на рутинные проверки.

Всего в приложении реализовано более 200 проверок, которые можно разделить на три основные группы:

- стандарты оформления ЕСКД: расстояние между размерными линиями, размещение текста, наличие пересечений у размерной линии, стили линий и засечек и пр.;
- технологические ограничения предприятия: разрешенные значения шероховатости, качества, резьб, положение и форма отверстий;
- правила работы в КОМПАС-3D: ручной ввод размеров, привязка обозначения позиции к спецификации, использование объекта осевая, а не линии со стилем осевая и т. п.

Ниже представлен внешний вид и работа программы «КОМПАС-Эксперт» (рис. 6, 7).

⁴ Приложение КОМПАС-Эксперт. URL: <https://kompas.ru/kompas-3d/application/machinery/kompas-expert/>.

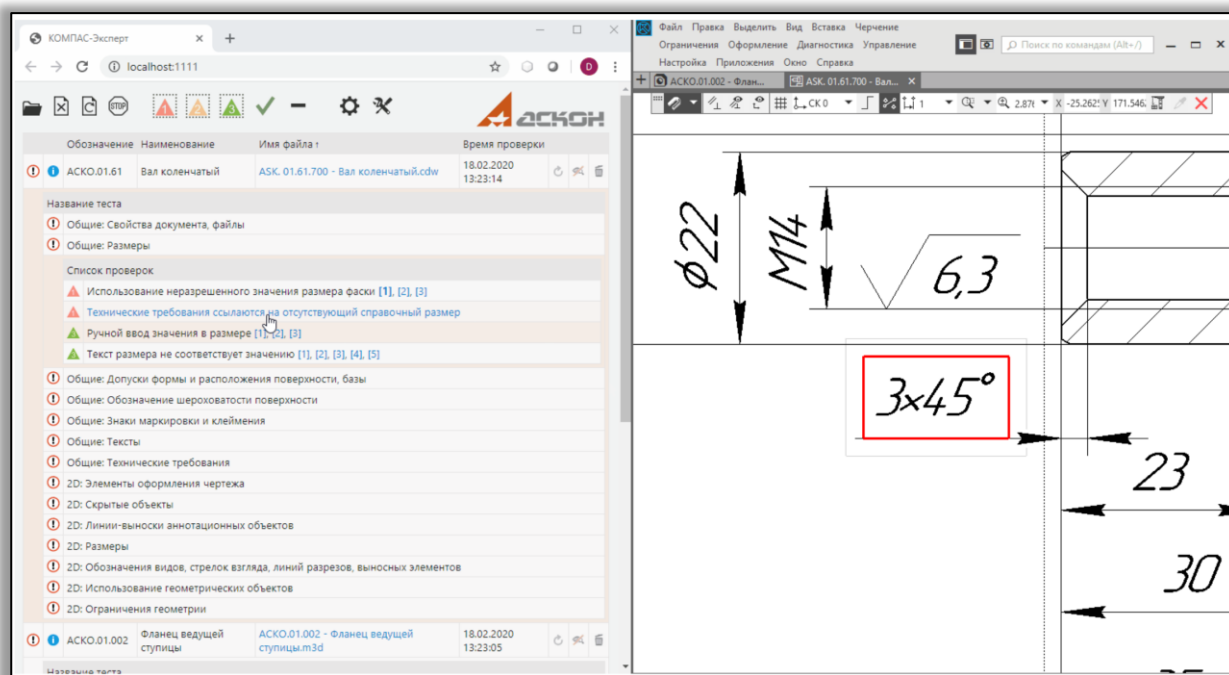


Рис. 6 Внешний вид «КОМПАС-Эксперт»

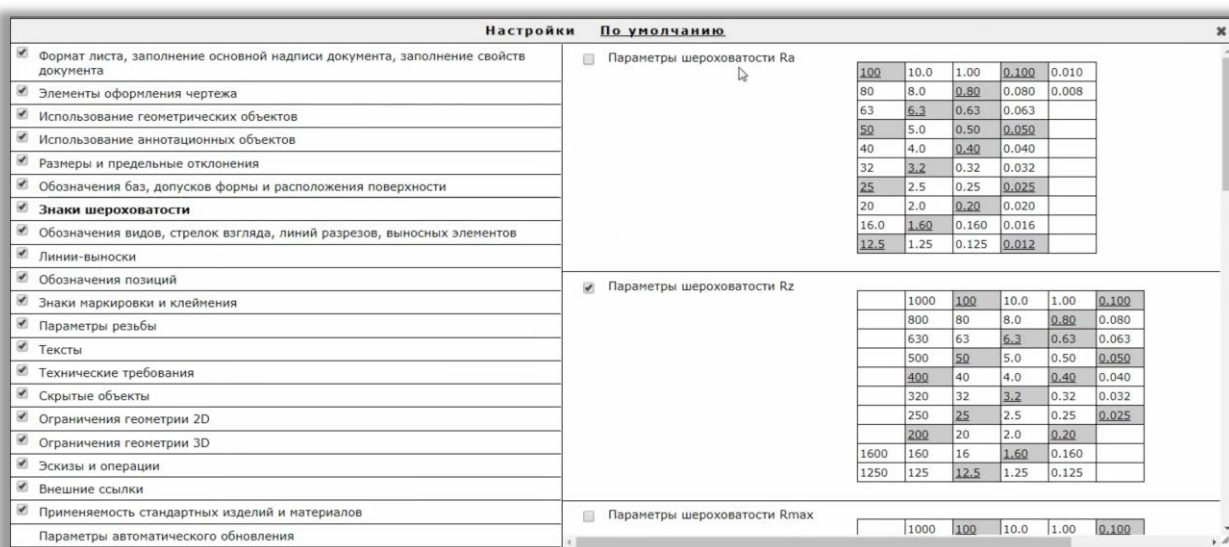


Рис. 7 Выбор и настройка проверок

Преимущества:

- удобный интерфейс для анализа проверок с возможностью перехода в КОМПАС-3D;
- широкий набор готовых проверок с изменяемыми параметрами.

Недостатки:

- ограниченный перечень проверок для 2D/3D документов;
- отсутствие инструмента написания проверок с нуля или изменения существующих;
- затраты на покупку лицензии.

Создание собственного модуля для валидации ЭКД с помощью API КОМПАС-3D

В качестве альтернативного решения могут выступать рукописные проверки с использованием API КОМПАС-3D.

В качестве вариантов реализации интерфейса проверки может выступать отдельное приложение (например, WinForms или WPF, если используется C#), встроенная в КОМПАС-3D библиотека или микросервис.

Преимущества:

- возможность написания проверок с нуля с изменяемыми параметрами (список параметров можно редактировать вручную при написании проверок);
- стоимость (нет отдельной лицензии).

Недостатки:

- требуется специалист с компетенциями программирования в экосистеме АСКОН для разработки проверок с нуля;
- вероятное отсутствие удобной интеграции с другим ПО;
- зависимость от API (список реализуемых проверок ограничен методами, доступными в API компаса).

ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ

В качестве демонстрации работы данного метода ниже будет предоставлен пример реализации данных проверок⁵ при помощи встраивания программы в качестве прикладной библиотеки ActiveX.

Данное приложение представлено в виде dll-файла, которое подключается как прикладная библиотека⁶. Для подключения приложения следует открыть меню подключения КОМПАС-Приложений. Для этого нужно открыть: пункт «Приложения» → «Добавить приложения...» → Вкладка «ActiveX». В данной вкладке через кнопку «Добавить» добавляется .dll файл, который подгружает классы, которые КОМПАС-3D уже распознает как приложение (рис. 8).

После открытия данных классов библиотеки будут отображены в пункте «Приложения» (рис. 9).

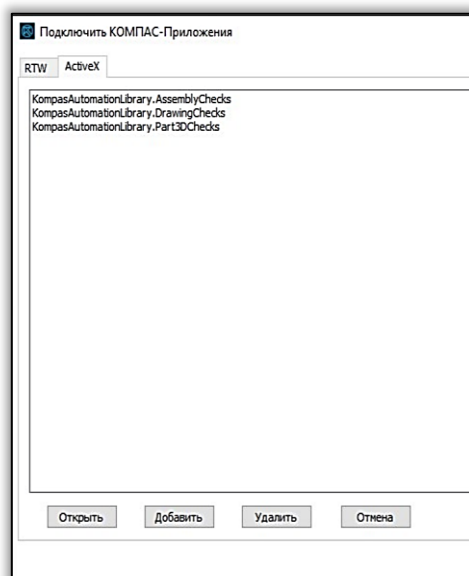


Рис. 8 Меню подключаемых приложений-библиотек

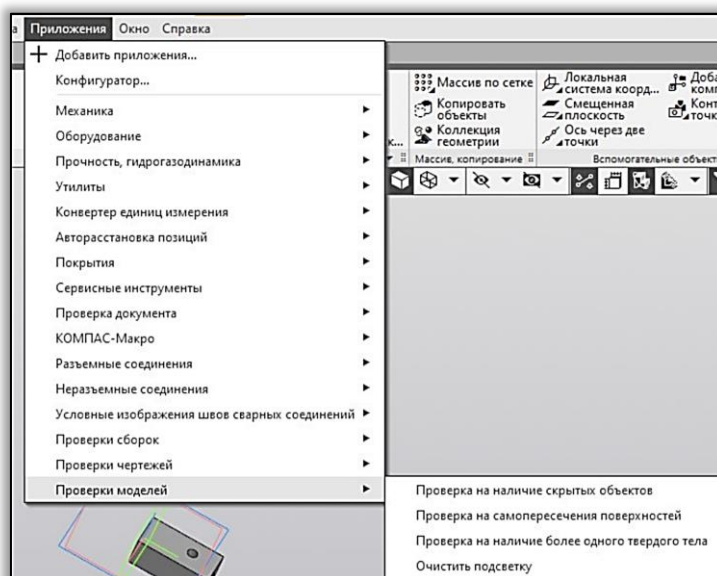


Рис. 9 Добавленные библиотеки

При выполнении той или иной проверки ее результаты появляются в таблице с полным списком ошибок (рис. 10). При двойном нажатии по той или иной проверке соответствующий объект на схеме выделяется цветом.

⁵ Справочная система SDK КОМПАС-3D. URL: https://help.ascon.ru/KOMPAS_SDK/22/ru-RU/cr119224.html.

⁶ Github репозиторий с проектом реализации библиотеки. URL: <https://github.com/bureevart/Kompas3DHelper>.

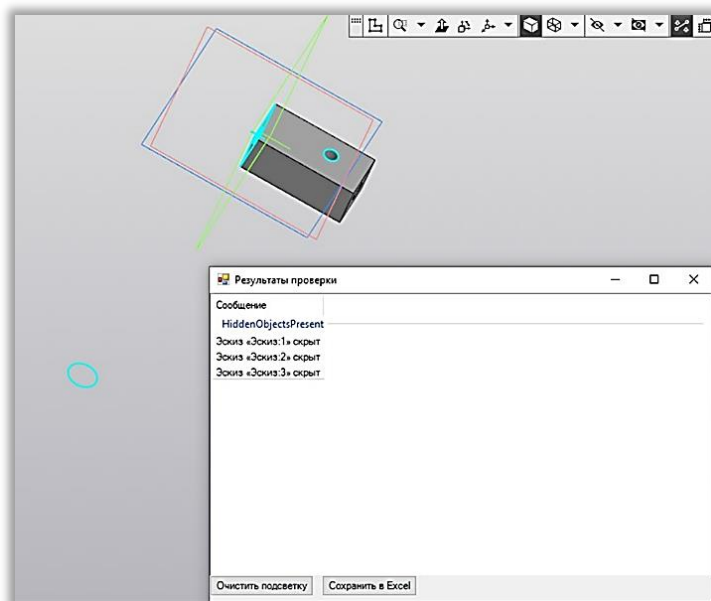


Рис. 10 Пример реализации проверки

В качестве реализации данного примера помимо использования самих функций работы с объектами API нужно также сделать так, чтобы класс распознавался как прикладная библиотека ActiveX. Для этого стоит воспользоваться базовыми функциями оформления библиотек, предложенными в API⁷, например, функцией ExternalRunCommand (одна из головных функций библиотеки, управление передается данному методу, например, при вызове команды библиотеки из меню, панели инструментов, в аргументах пе-

редается номер команды, режим работы, а также интерфейс ключевого объекта для работы с API KompasObject) и ExternalMenuItem (реализация меню выбора опций библиотеки).

В будущем можно доработать библиотеку, оставив всего одну опцию, которая будет загружать отдельное окно с выбором необходимых проверок для валидации, и выводом полного списка проверок сразу по всем выбранным пунктам. Таким образом, интерфейс и возможности данной программы могут быть довольно схожи с реализацией, предложенной в КОМПАС-Эксперт, но при этом будет присутствовать возможность добавления новых проверок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После анализа бизнес-процесса согласования ЭКД выявлена необходимость создания кастомизированных проверок по широкому спектру электронной конструкторской документации (чертежи, модели деталей, модели сборочных единиц). Кроме этого, был предложен метод реализации проверок с помощью встраивания прикладной библиотеки типа ActiveX, созданной при помощи API КОМПАС-3D.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- [Ант25] Антонов В. В., Баймурзина Л. И. и др. Построение моделей предиктивной аналитики для повышения надёжности функционирования объектов электроэнергетики // СИИТ. 2025. Т. 7, № 1(20). С. 68-77. EDN: [ZWNYBB](#). [[Antonov V. V., Baïmurzina L. I., et al. "Construction of predictive analytics models to improve the reliability of electric power facilities" // SIIT. 2025. Vol. 7, no. 1(20), pp. 68-77. EDN: [ZWNYBB](#). (In Russian).]]
- [Гус24] Гусаренко А. С., Миронов В. В. Совместная программная обработка разнородных конструкторских документов в учебном ИТ-проектировании // СИИТ. 2024. Т. 6, № 3(18). С. 102-118. EDN: [QATAMS](#). [[Gusarenko A. S., Mironov V. V. "Joint software processing of heterogeneous design documents in educational IT design" // SIIT. 2024. Vol. 6, no. 3(18), pp. 102-118. EDN: [QATAMS](#). (In Russian).]]
- [Кон24] Конев К. А., Антонов В. В. Разработка метода поддержки принятия решений в сфере обеспечения качества на промышленных предприятиях // СИИТ. 2024. Т. 6, № 4(19). С. 98-110. EDN: [XIYRTJ](#). [[Konev K. A., Antonov V. V. "Development of a method for supporting decision-making in the field of quality assurance at industrial enterprises" // SIIT. 2024. Vol. 6, no. 4(19), pp. 98-110. EDN: [XIYRTJ](#). (In Russian).]]
- [Куз24] Кузнецов А. А., Сапожников А. Ю. Модели многоагентного цифрового двойника корпоративной прикладной ИТ-платформы // СИИТ. 2024. Т. 6, № 3(18). С. 83-94. EDN: [GQIHPZ](#). [[Kuznetsov A. A., Sapozhnikov A. Yu. "Models of a multi-agent digital twin of a corporate applied IT platform" // SIIT. 2024. Vol. 6, no. 3(18), pp. 83-94. EDN: [GQIHPZ](#). (In Russian).]]
- [Лют19] Лютов А. Г., Огородов В. А., Сапожников А. Ю., Маврина А. С. Разработка алгоритма экспертной системы для контроля КД в ЕИП предприятий машиностроения // Станкостроение и инновационное машиностроение. Проблемы и точки роста: Всеросс. науч.-практ. конф. Уфа: РИК УГАТУ, 2019. С. 152-159. EDN: [WJBYXX](#). [[Ogorodov V. A., Sapozhni-

⁷ Функции оформления библиотек ActiveX. URL: https://help.ascon.ru/KOMPAS_SDK/22/ru-RU/lib_actx_fncts.html.

- kov A. Yu., Mavrina A. S., Lyutov A. G. "Development of an algorithm for an expert system for monitoring the design documentation in the UIS of mechanical engineering enterprises" // Machine Tool Building and Innovative Mechanical Engineering. Problems and Growth Points: The All-Russian scientific and practical Ufa: UGATU, 2019, pp. 152–159. EDN: [WJBYYX](#). (In Russian).]]
- [Мир23а] Миронов В. В., Тугузбаев Г. А. Персонализируемые шаблоны графических конструкторских документов в учебном проектировании: логические ситуационно-ориентированные модели // СИИТ. 2023. Т. 5, № 3(12). С. 53-68. EDN: [VIHWWC](#). [[Mironov V.V., Tuguzbaev G.A. "Personalizable templates of graphic design documents in educational design: logical situation-oriented models" // SIIT. 2023. Vol. 5, no. 3(12), pp. 53-68. EDN: [VIHWWC](#). (In Russian).]]
- [Мир23b] Миронов В. В. Выявление плагиата в графических конструкторских документах в ходе учебного проектирования // СИИТ. 2023. Т. 5, № 1(10). С. 56-66. EDN: [XJGVOE](#). [[Mironov V. V. "Identification of plagiarism in graphic design documents during educational design" // SIIT. 2023. Vol. 5, no. 1(10), pp. 56-66. EDN: [XJGVOE](#). (In Russian).]]
- [Мир24] Миронов В. В., Гусаренко А. С., Тугузбаев Г. А. Персонализация графических конструкторских документов: программная реализация в ситуационно-ориентированной среде // СИИТ. 2024. Т. 6, № 4(19). С. 77-90. EDN: [HPPXEJ](#). [[Mironov V. V., Gusarenko A. S., Tuguzbaev G. A. "Personalization of graphic design documents: software implementation in a situation-oriented environment" // SIIT. 2024. Vol. 6, no. 4(19), pp. 77-90. EDN: [HPPXEJ](#). (In Russian).]]
- [Оро19а] Огородов В. А., Сапожников А. Ю., Маврина А. С., Лютов А. Г. Программная реализация функций экспертной системы для контроля КД в ЕИП предприятий машиностроения // Вестник УГАТУ, 2019. Т. 23, № 2 (84). С. 145-152. EDN: [KCDVPT](#). [[Ogorodov V. A., Sapozhnikov A. Yu., Mavrina A. S., Lyutov A. G. "Software Implementation of the expert system functions to control of design documentation in UIS engineering enterprises" // Vestnik UGATU. 2019. Vol. 84, no. 2, pp. 145-152. EDN: [KCDVPT](#). (In Russian).]]
- [Оро19b] Огородов В. А., Сапожников А. Ю., Маврина А. С., Лютов А. Г. Интеллектуальная поддержка процесса согласования графической КД в PLM-системе // Молодежный вестник УГАТУ, № 2 (21), 2019. С. 100-104. EDN: [PMGCWD](#). [[Ogorodov V. A., Sapozhnikov A. Yu., Mavrina A. S., Lyutov A. G. "Intellectual support for the process of approving graphic design documentation in the PLM system" // Youth Bulletin of UGATU. 2019. Vol. 21, no. 2, pp. 100-104. EDN: [PMGCWD](#). (In Russian).]]

Поступила в редакцию 28 апреля 2025 г.

МЕТАДАННЫЕ / METADATA

Title: Method for validating electronic design documentation using KOMPAS-3D.

Abstract: The article analyzes the modern process of approval of electronic design documentation (EDD) using the example of Siemens software, which, in the context of import substitution, requires replacement with domestic solutions. In the process of analysis, the stages of the EDD approval business process and some functional capabilities of the built-in NX system Check-Mate quality control module for checks are highlighted. A comparison of existing EDD validation tools implemented in Russian CAD and PLM systems is carried out. As an alternative, a validation method is proposed based on the use of the open API KOMPAS-3D and the plug-in ActiveX library, which allows expanding the list of checks and minimizing the labor intensity of manual EDD control. The final part also provides recommendations on the method of implementing such a module and a link to the repository with the solution.

Key words: API, KOMPAS-3D; Validation of electronic design documentation; Import substitution of foreign software.

Cite: Bureev A. S., Antonov V. V., Sapozhnikov A. Yu. "Method for validating electronic design documentation using KOMPAS-3D" // СИИТ. 2025. Vol. 7, no. 4 (23), pp. 49–57. EDN [SSNPDM](#).

Language: Russian.

Об авторах | About the authors

БУРЕЕВ Артём Сергеевич

Уфимский университет науки и технологий, Россия.
Студент спец. «Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения».

E-mail: bureevart@gmail.com

ORCID: [0009-0009-0591-450X](https://orcid.org/0009-0009-0591-450X)

АНТОНОВ Вячеслав Викторович

Уфимский университет науки и технологий, Россия.
Зав. каф. автоматизированных систем управления, профессор. Инженер (Башкирск. гос. ун-т, 1979). Д-р техн. наук (Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2015). Иссл. в обл. интеллектуальных систем.

E-mail: antonov.v@bashkortostan.ru

ORCID: [0000-0002-5402-9525](https://orcid.org/0000-0002-5402-9525)

САПОЖНИКОВ Алексей Юрьевич

ПАО «ОДК-УМПО», Россия.
Зам. нач. отдела. Канд. техн. наук.

E-mail: sapozhnikovayu@umpo.ru

ORCID: [0009-0009-1548-2333](https://orcid.org/0009-0009-1548-2333)

BUREEV Artem Sergeevich

Ufa University of Science and Technology, Russia.
Student of the specialty "Application and operation of automated systems for special purposes".

E-mail: bureevart@gmail.com

ORCID: [0009-0009-0591-450X](https://orcid.org/0009-0009-0591-450X)

ANTONOV Vyacheslav Viktorovich

Ufa University of Science and Technology, Russia.
Head of the Department of Automated Control Systems, Prof. Eng. (Bashkir State Univ., 1979). Doctor of Engineering Sciences (Ufa State Aviation Technical Univ., 2015). Research in the field of intelligent systems.

E-mail: antonov.v@bashkortostan.ru

ORCID: [0000-0002-5402-9525](https://orcid.org/0000-0002-5402-9525)

SAPOJNIKOV Alexey Yurievich

PAO «ODK-UMPO», Russia.
Deputy Division Chief. PhD of Engineering Sciences.

E-mail: sapozhnikovayu@umpo.ru

ORCID: [0009-0009-1548-2333](https://orcid.org/0009-0009-1548-2333)