

API-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЩЕГО МОНИТОРИНГА РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ НАД РАСЧЁТНО-ГРАФИЧЕСКИМ ЗАДАНИЕМ

Э.В. Ермошкин^{1,2}

¹ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (НГАСУ, Сибстрин), Новосибирск, Россия

² Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС), Новосибирск, Россия

✉ e.ermoshkin@sibstrin.ru

Аннотация. Системы автоматизированного проектирования объектов (САПР) широко применяются при оформлении и подготовке проектно-конструкторской документации. Будущие специалисты изучают основы применения САПР в среднетехнических и высших учебных заведениях в процессе освоения программ таких дисциплин, как «Инженерная графика», «Компьютерная графика», «Начертательная геометрия». Одним из наиболее популярных в России и Белоруссии программных комплексов САПР является КОМПАС-3D. Чертежи, выполненные в этой программе, имеют расширение *.cdw*. Каждый *cdw*-документ помимо графических данных содержит сведения об истории работы над файлом, его авторе и внутренней структуре файла. Анализ этих сведений позволяет преподавателю контролировать общую трудоемкость выдаваемых для самостоятельной работы заданий, анализировать затраты времени студентов, пресекать вероятные случаи сдачи студентами не своих работ. В данной статье автор представляет публике свой проект, связанный с разработкой специального педагогического инструмента, позволяющего осуществлять мониторинг деятельности студентов. Проект выполнен в форме API-приложения для программы КОМПАС-3D. Для удобства пользователей в интерфейс программы внедрена новая панель инструментов и дополнительное выпадающее меню. Приложение позволяет выполнять анализ файла чертежа прямо из программы КОМПАС-3D непосредственно в процессе проверки графического документа преподавателем. API-приложение разработано в 2024 году и уже успешно применяется на практике.

Ключевые слова: API-приложение, мониторинг результатов работы студентов, инженерная и компьютерная графика, КОМПАС-3D, база данных

Для цитирования. Ермошкин Э.В. API-приложение для организации общего мониторинга результатов работы студентов над расчётно-графическим заданием // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2026. Т. 26, № 1. С. 65–75. DOI: 10.14529/build260108

Original article
DOI: 10.14529/build260108

API APPLICATION FOR ORGANIZING GENERAL MONITORING OF STUDENTS' DRAWING ASSIGNMENT

E.V. Ermoshkin^{1,2}

¹ Novosibirsk State University of architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russia

² Siberian Transport University (STU), Novosibirsk, Russia

✉ e.ermoshkin@sibstrin.ru

Abstract. Computer-aided design (CAD) systems are widely used for the development and preparation of engineering and design documentation. Future specialists acquire fundamental CAD skills in secondary vocational and higher education institutions, mastering the Engineering graphics, Computer graphics and Descriptive geometry programmes. One of the most popular CAD systems in Russia and Belarus is the KOMPAS-3D system (ASCONE). Drawings created in KOMPAS-3D have the *.cdw* file extension and, in addition to geometric data, contain information about the file history, original author, and internal file structure. Analysis of this information enables instructors to control the overall labour intensity of the assigned tasks, perform time management, and identify potential cases of non-independent work submission.

This article presents an author-developed project related to the design of a special pedagogical tool for monitoring students' learning activities. The project is implemented as an API application for the KOMPAS-3D system.

For the convenience of users, a new toolbar and an additional drop-down menu have been imbedded into the program interface. The application allows instructors to analyze drawing file metadata directly from the КОМПАС-3D system during the assessment of graphical assignments.

The API application was developed in 2024 and has been successfully tested and implemented in practice.

Keywords: API application, monitoring of students' performance, engineering and computer graphics, КОМПАС-3D, database

For citation. Ermoshkin E.V. API application for organizing general monitoring of students' drawing assignment. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture.* 2026;26(1):65–75. (in Russ.). DOI: 10.14529/build260108

Введение

Программный комплекс КОМПАС-3D является, пожалуй, одним из наиболее популярных инженерных САПР на постсоветском пространстве. В систему заложено огромное количество инструментов, предназначенных для решения самых разных задач – от моделирования деталей до проектирования инженерных систем, металлоконструкций или проведения прочностных расчетов [1, 2]. С уходом иностранного софта с российского рынка интенсивность внедрения КОМПАС-3D многократно возросла. С помощью программы КОМПАС-3D пользователи решают задачи в области машиностроения, строительства, инженерных систем [3–5]. Многие конструкторы, инженеры, IT-специалисты задумываются над разработкой собственных API-приложений для обеспечения определённых узкоспециализированных задач. API-функции оформляются в виде программного модуля, который затем подключается к КОМПАС-3D в формате DLL-библиотеки [6–8]. Применение программы КОМПАС-3D в учебных заведениях порождает свои пожелания к функционалу КОМПАС-3D. Педагоги-практики разрабатывают проекты, связанные, например, с внедрением расширенных инструментов автоматической проверки чертежей, или проекты, реализующие автоматическую генерацию управляющего кода, основанного на структуре модели [7–10].

Общая характеристика проекта

Описываемый в статье проект создан в Новосибирском архитектурно-строительном университете (Сибстрин), прошел апробацию на кафедре «Инженерная и компьютерная графика» НГАСУ и на кафедре «Графика» Сибирского государственного университета путей сообщения.

Идея проекта заключалась в создании API-приложения, предназначенного для преподавателей, осуществляющих проверку студенческих чертежей, выполненных в КОМПАС-3D.

Ценность и важность достоверных, надежных данных для оценки учебных работ неоспоримы [11–14]. Поскольку процедура оценивания графической работы, как правило, включает не только анализ корректности представленного решения, но и анализ степени самостоятельности, проявленной студентом при выполнении задания, разработка

специальных API-помощников для работы с графическими документами представляется нам весьма актуальной задачей.

Цель разработки – интерфейсное решение для КОМПАС-3D, позволяющее упростить некоторые аспекты педагогического контроля и автоматизировать процедуры размещения студенческих работ в единой кафедральной базе данных, являющейся хранилищем чертежей, сданных обучающимися в течение определённого периода времени.

Разработанный модуль содержит инструменты, позволяющие во время работы с чертежом в программе КОМПАС-3D добавить его в специальную базу данных и получить дополнительную информацию о предъявленном на проверку документе, например, о наличии аналогов этого файла в базе данных.

Суть проекта состоит в следующем: есть некая база данных, в которой аккумулируются работы по дисциплинам «Инженерная и компьютерная графика» и «Начертательная геометрия», сданные студентами как текущего учебного курса, так и предшествующих учебных потоков. Разрабатываемое приложение должно прямо из окна КОМПАС-3D добавлять информацию из открытого на проверку чертежа в базу данных, сравнивать её с информацией, уже имеющейся в базе данных, а также обеспечивать возможность быстрого просмотра преподавателем основных метаданных чертежа непосредственно из интерфейса программы КОМПАС-3D без перехода в другие программы и приложения.

За основу проекта взяты идеи, связанные с разработкой программ автоматизированной проверки графических файлов, и идеи, связанные с созданием баз данных, содержащих учебные графические документы [15, 16].

Материалы и методы

Материалами для данного проекта являются результаты выполнения студентами расчетно-графической работы по дисциплинам «Инженерная и компьютерная графика», «Начертательная геометрия» и «Компьютерная графика».

Методы исследования включали:

- сбор и систематизацию сданных на проверку заданий;
- анализ метаданных каждого файла;

- выявление критических данных.
- Состав проекта включал:
- разработку подсистемы хранения метаданных, извлекаемых из файлов КОМПАС-3D;
 - разработку программы для анализа метаданных, извлекаемых из файлов КОМПАС-3D;
 - разработку модуля для расширения функционала аналитических инструментов в рабочем окне КОМПАС-3D.

Требования к результату:

- эффективность – внедрение модуля должно обеспечивать сокращение затрат времени преподавателя и повышение результативности проверки;
- надёжность – разработанный модуль должен стабильно и надёжно выполнять заданные функции;
- интегральность – оптимальное сочетание возможностей человека и электронной системы;
- удобство – максимальный учет особенностей, связанных с процедурами проверки расчётно-графических работ по инженерной и компьютерной графике.

Результаты

В результате работы над проектом разработан программный модуль «Информация о документе», предназначенный для добавления студенческих графических файлов в специализированную базу данных, мониторинга оригинальности сдаваемых студентами чертежей, просмотра основных метаданных непосредственно из интерфейса програм-

мы КОМПАС-3D. Иерархическая структура целей разработки представлена на рис. 1.

Разработанный модуль включает функционал для работы со следующими подсистемами:

- подсистема управления электронными образовательными ресурсами;
- подсистема хранения данных о файлах студенческих работ;
- подсистема анализа данных студенческих работ и вывода отчета.

Подсистема управления электронными образовательными ресурсами позволяет: назначать количество выполняемых студентами учебных заданий; обеспечивает обмен файлами между студентом и преподавателем; позволяет выгружать наборы сданных на проверку файлов.

Функции подсистемы хранения данных позволяют: добавлять и удалять файлы чертежей в кафедральную базу данных, анализировать отдельные параметры файлов, размещать информацию о файле во внутренних таблицах базы данных.

Функции подсистемы сравнения данных студенческих работ и вывода отчета позволяют: сравнивать отдельные параметры файлов студенческих работ, выявлять пары или группы совпадающих параметров, сообщать пользователю об обнаруженных совпадениях.

Диаграмма вариантов использования программного модуля «Информация о документе» представлена в виде укрупнённой модели на рис. 2.

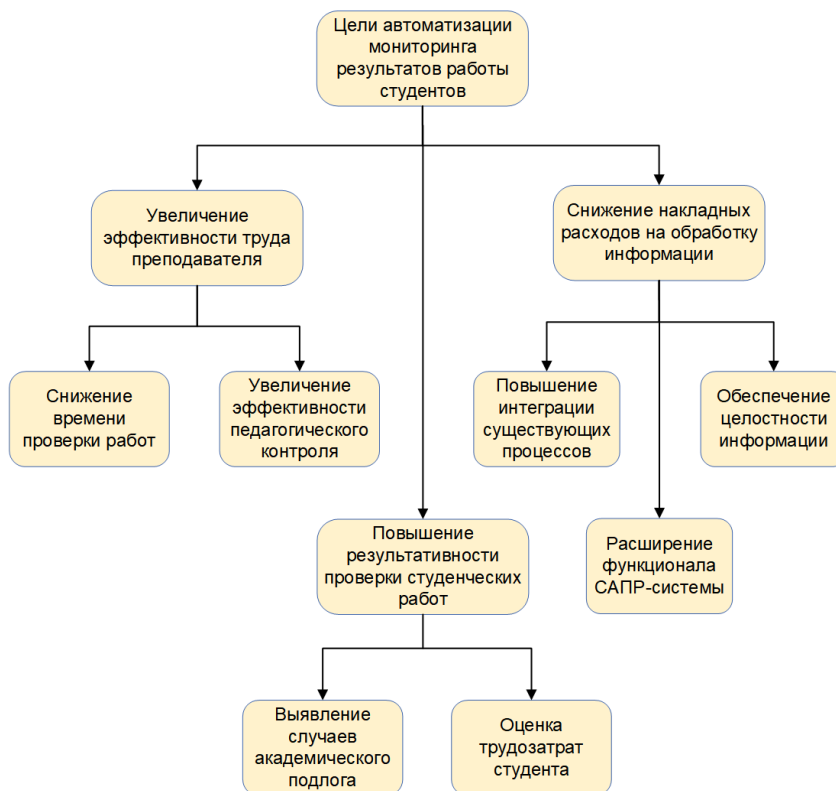


Рис. 1. Цели разработки программного модуля «Информация о документе»

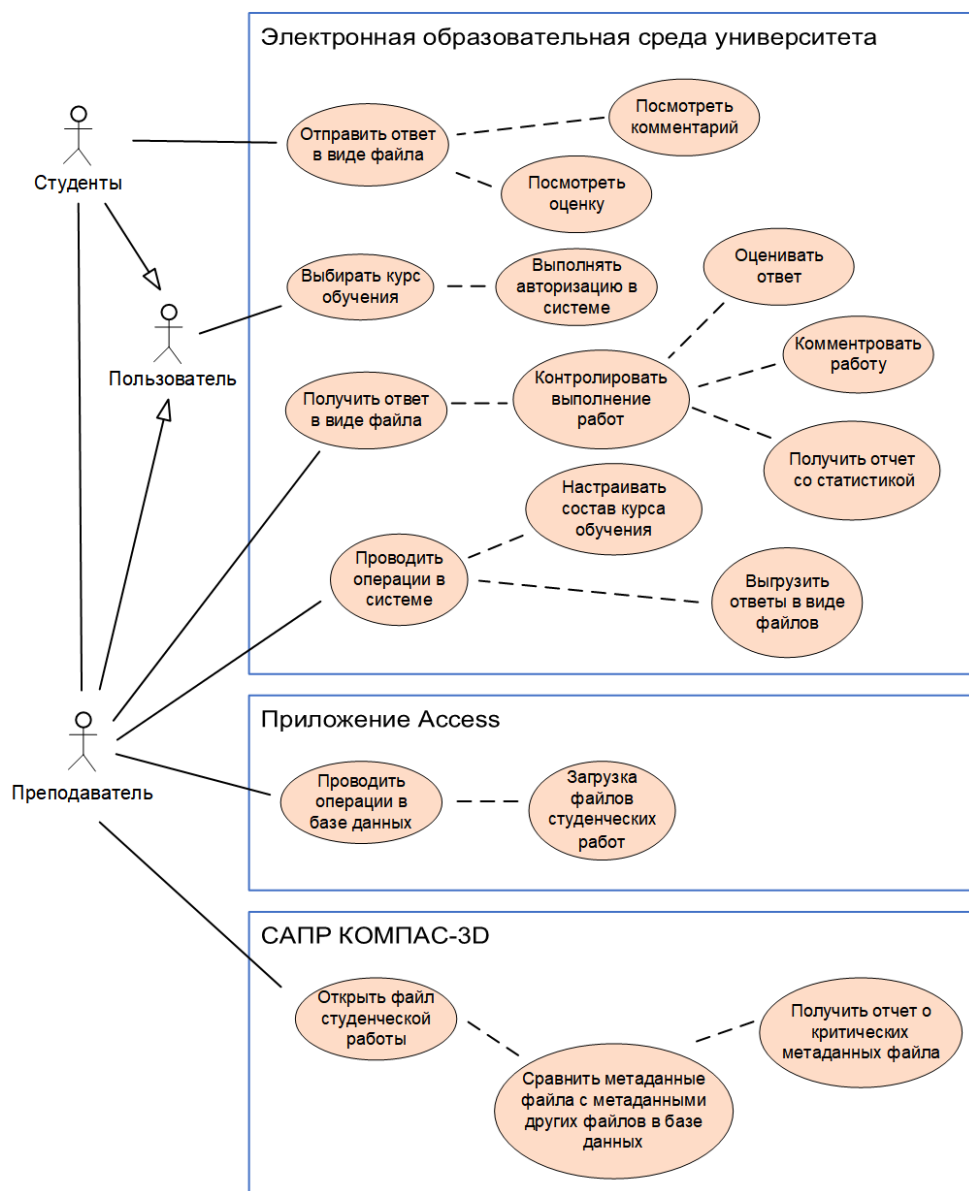


Рис. 2. Укрупненная модель модуля «Информация о документе»

Разработка программного модуля выполнена в 64-разрядной операционной системе Windows 10. При разработке проекта использован 64-разрядный КОМПАС-3D учебная версия 23.0.1.2182. В качестве средства разработки программного обеспечения выбрана система Visual Studio 2019 версии 16.11.37 с .NET Framework версии 4.8.09037, а в качестве языка программирования выбран объектно-ориентированный язык Visual Basic .NET.

При настройке параметров проекта учитывалось, что клиентское приложение должно успешно выполнять свои функции в 64-разрядных операционных системах Windows не старше версии 8.

В результате работы над проектом создана специализированная база данных, позволяющая хранить и систематизировать метаданные, извлеченные из файлов-чертежей, сданных студентами в течение учебного семестра. Для возможности

совместной работы нескольких преподавателей с базой данных её файл размещён в облачном хранилище *Яндекс.Диск*.

В качестве системы управления базой данных (СУБД) выбран 64-разрядный программный продукт Access компании Microsoft. Разработанное приложение использует базу данных, поддерживающую Access от версии 2007 до 2021.

Для создания собственной панели инструментов в КОМПАС-3D созданы и подготовлены: файл пользовательской прикладной библиотеки DLL; набор файлов шрифта с пиктограммами команд; текстовый файл-манифест, в котором описываются панели и наборы панелей приложения. Пример программного кода на языке Visual Basic.NET приведен на рис. 3.

Библиотека динамической компоновки (DLL) скомпилирована в Visual Studio. Файл библиотеки DLL включён в состав других внешних приложений

```

Option Strict Off
Option Explicit On

Imports System.Runtime.InteropServices
Imports Microsoft.Win32

<ClassInterface(ClassInterfaceType.AutoDispatch), ProgId("VB_NET_DLL.FileInfo_Panel")>
Public Class FileInfo_Panel

    ' Переменные класса
    Dim iKompasObject As Kompas6API5.Application ' Интерфейс KompasObject
    Dim iDocument2D As Kompas6API5.Document2D ' Интерфейс ksDocument2D

    ' обработка команды меню или кнопки на панели инструментов нажатой пользователем
    Sub FileInfo()
        ' ... ТЕКСТ ПРОГРАММЫ ...
    End Sub

    ' Определить имя библиотеки
    Public Function GetLibraryName() As String
        GetLibraryName = "Информация о документе" ' Имя библиотеки
    End Function

    ' Сформировать меню библиотеки
    Public Function ExternalMenuItem(ByVal number As Short, ByRef itemType As Short, ByRef command_Renamed As Short) As String
        itemType = 1 'MENUITEM'

        Select Case number
            Case 1 ' Команда 1 - Информация о документе
                ExternalMenuItem = "Информация о документе"
                command_Renamed = 1
            ... ' ... следующая команда меню ...
            Case Else
                ' Завершение формирования меню
                itemType = 3 'ENDMENU'
                ExternalMenuItem = ""
                command_Renamed = -1
        End Select
    End Function

    ' Главная функция библиотеки
    Public Sub ExternalRunCommand(ByVal command_Renamed As Short, ByVal mode As Short, ByVal Kompas As Kompas6API5.Application)

        iKompasObject = Kompas ' Интерфейс приложения КОМПАС в Kompas6API5
        If iKompasObject Is Nothing Then Exit Sub

        iDocument2D = iKompasObject.ActiveDocument2D ' Интерфейс текущего 2D документа в Kompas6API5
        If iDocument2D Is Nothing Then Exit Sub

        Select Case command_Renamed ' Определим выполняемую команду
            Case 1
                FileInfo() ' информация о документе
            ... ' ... следующая команда меню ...
        End Select
    End Sub

    <ComRegisterFunctionAttribute()>
    Friend Shared Sub RegisterKompasLib(ByVal typeToRegister As Type)
        Try
            Dim regKey As RegistryKey
            regKey = Registry.LocalMachine
            Dim keyName As String
            keyName = "SOFTWARE\Classes\CLSID{" + typeToRegister.GUID.ToString() + "}"
            regKey = regKey.OpenSubKey(keyName, True)
            regKey.CreateSubKey("Kompas_Library")
            regKey = regKey.OpenSubKey("InprocServer32", True)
            regKey.SetValue(Nothing, System.Environment.GetFolderPath(Environment.SpecialFolder.System) + "\mscoree.dll")
            regKey.Close()

            Catch e As Exception
                MsgBox(e.Message, MsgBoxStyle.OkOnly)
            End Try
        End Sub

    <ComUnregisterFunctionAttribute()>
    Friend Shared Sub UnregisterKompasLib(ByVal typeToRegister As Type)
        Dim regKey As RegistryKey
        regKey = Registry.LocalMachine
        Dim keyName As String
        keyName = "SOFTWARE\Classes\CLSID{" + typeToRegister.GUID.ToString() + "}"
        regKey = regKey.OpenSubKey(keyName, True)
        regKey.DeleteSubKey("Kompas_Library")
        regKey.Close()
    End Sub
End Class

```

Рис. 3. Пример кода для размещения пользовательской панели инструментов в интерфейсе КОМПАС-3D

КОМПАС-3D и подключен через configurator библиотек КОМПАС-3D (рис. 4).

В основное окно интерфейса КОМПАС-3D в меню «Приложения» добавлен дополнительный пункт выпадающего меню «Информация о документе».

Составлено несколько моделей бизнес-процессов, описывающих логику действий пользователей в разных ситуациях: 1) при первоначальной проверке графического документа; 2) при пополнении базы данных метаданными проверяемого документа; 3) при обновлении источника данных; 4) при запросе дополнительных сведений о проверяемом файле.

Стандартная система взаимодействия преподаватель – студент включает следующие процедуры: студент отправляет файл с работой на сайт электронной образовательной среды университета; преподаватель получает уведомление с сайта о наличии работы студента; преподаватель скачивает файл и открывает его в приложении КОМПАС-3D; преподаватель проверяет работу; преподаватель оставляет комментарий, выставляет оценку и комментарий на электронной странице курса; студент просматривает полученный комментарий и оценку. Модель бизнес-процесса стандартной проверки РГР представлена на рис. 5.

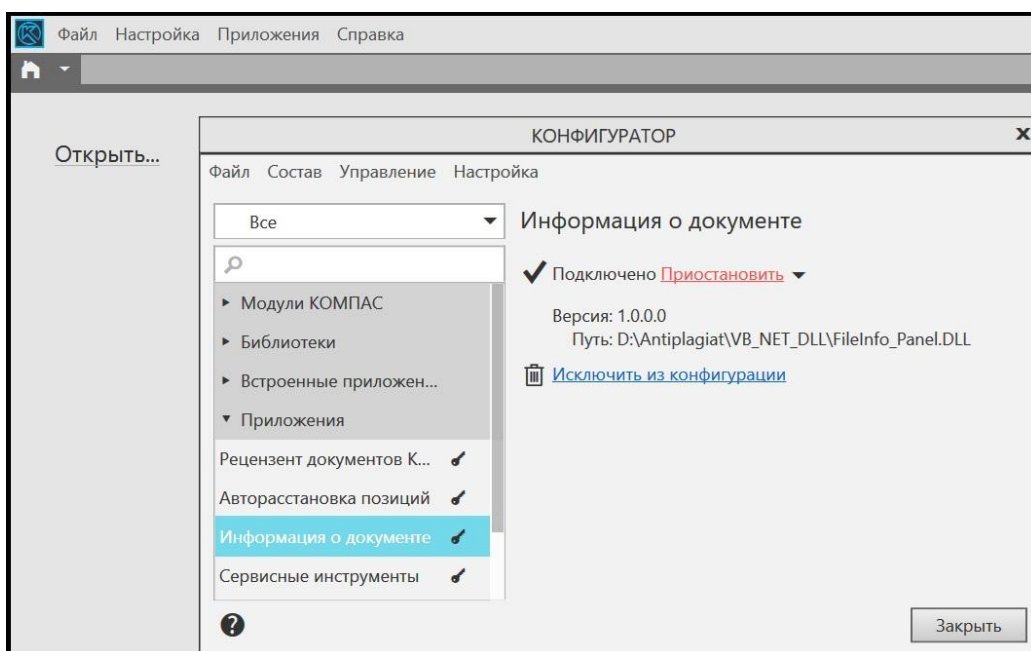


Рис. 4. Результат подключения модуля «Информация о документе» в окне configurator КОМПАС-3D

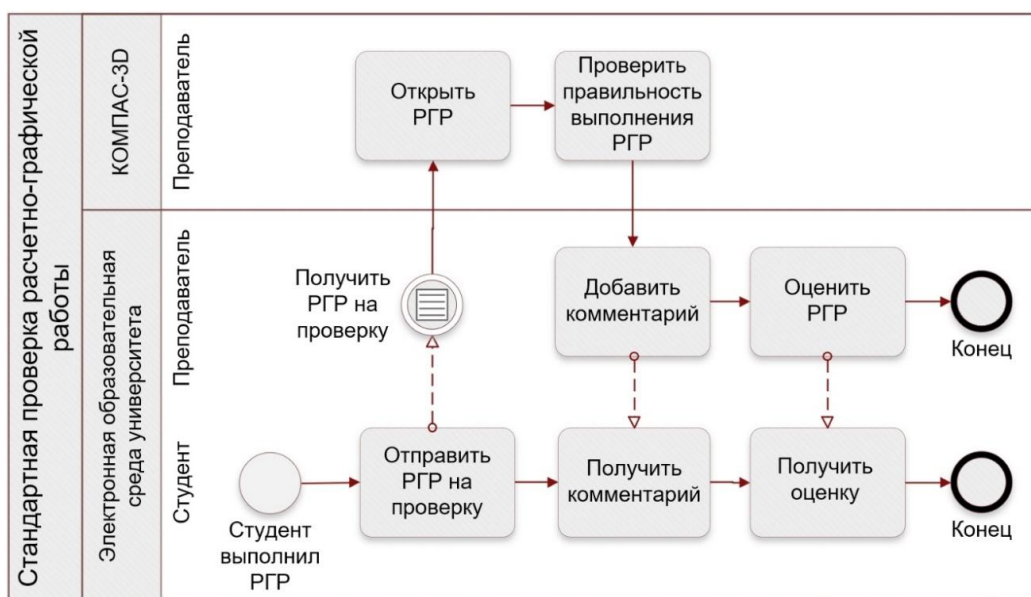


Рис. 5. Модель бизнес-процесса стандартной проверки РГР

Для того чтобы между элементами «проверить правильность» и «оставить комментарий / оценить РГР» появился пункт «проверить уникальность работы», необходимо включить в процесс проверки работу с подсистемой хранения данных и с подсистемой анализа данных графического документа.

Подсистема хранения данных требует выполнения процедур, связанных с пополнением базы студенческих графических работ. Процедура пополнения включает: получение пакета файлов с результатами выполнения студентами расчётно-графической работы, его загрузку в специализированное приложение Access, чтение метаданных посредством функций API, запись полученных сведений в соответствующие таблицы базы данных. В идеале эта процедура должна выполняться с определённой периодичностью. Модель бизнес-процесса, связанного с накоплением данных, представлена на рис. 6.

По окончании загрузки всех пакетов файлов расчётно-графических работ студентов в базу данных файл базы размещается в облачном хранилище Яндекс.Диск. С этого момента любой преподаватель кафедры может воспользоваться информацией из обновленной базы данных. Для подключения к базе данных в интерфейс КОМПАС-3D внедрен специальный пункт меню «Выбор файла контрольной БД», вызывающий диалоговое окно, в котором можно указать путь к контрольной базе данных и проверить подключение. Библиотека

DLL посредством встроенных функций проверит: наличие базы данных по указанному в окне настройки пути; наличие взаимосвязи между базой данных и приложением КОМПАС-3D; наличие обновленной базы данных в облачном хранилище Яндекс.Диск и при необходимости заменит файл базы на обновленный. При повседневной работе с модулем описанная процедура выполняется автоматически при каждом обращении к командам специализированного меню КОМПАС-3D. Бизнес-процессы, связанные с обновлением источника данных, представлены на рис. 7.

Одной из целей разработки программного модуля являлась возможность просмотра метаданных проверяемого чертежа и автоматизация процедур поиска дубликатов работы в базе данных. Для этого в меню программы КОМПАС-3D внедрен ещё один пункт – «Информация о документе». Он запускает процедуру дополнительной проверки графического документа, включающую извлечение из файла метаданных и сравнение этих данных с данными файлов, расположенных в базе (рис. 8). Библиотека DLL посредством функций API КОМПАС-3D читает набор метаданных открытого на экране монитора файла и сравнивает критические параметры с параметрами файлов, выполненных другими студентами. По окончании анализа на экран выводится окно с результатами. Если анализ студенческой работы показал наличие совпадений с параметрами других студенческих работ, то в окне появляется дополнительная панель

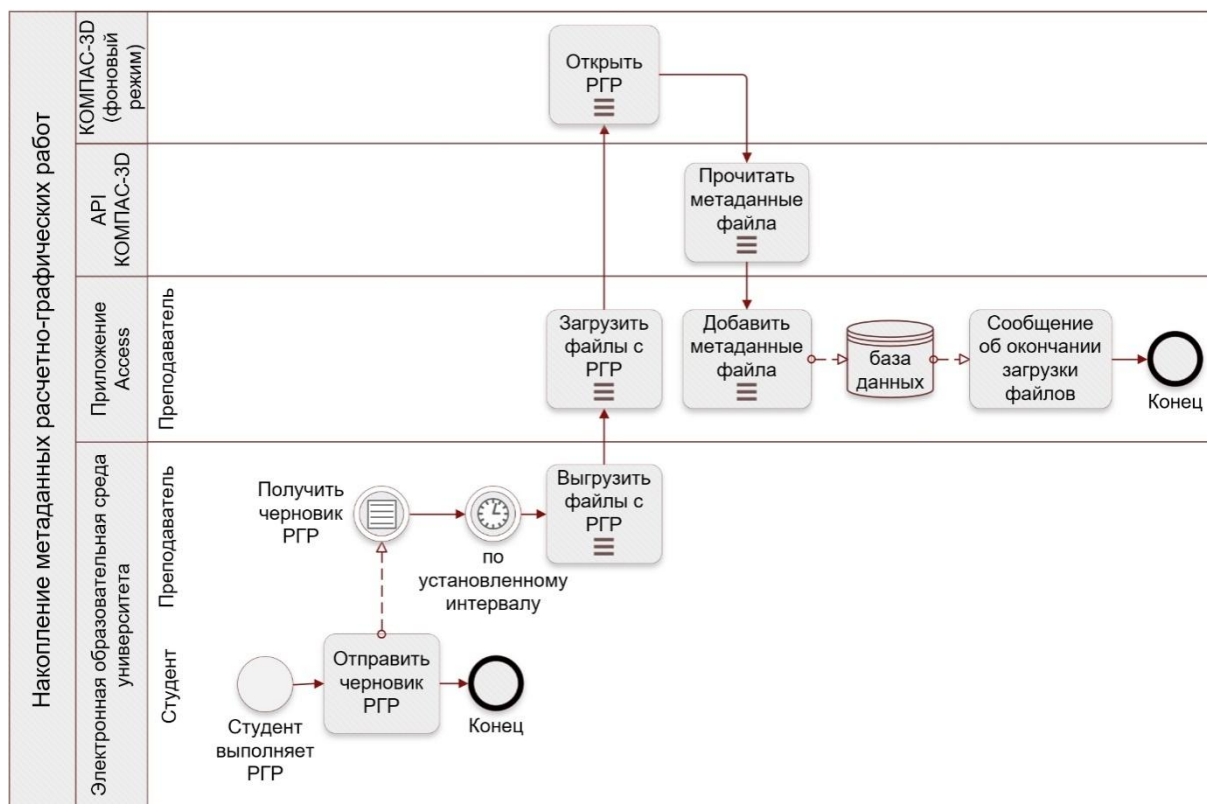


Рис. 6. Модель бизнес-процесса накопления метаданных РГР

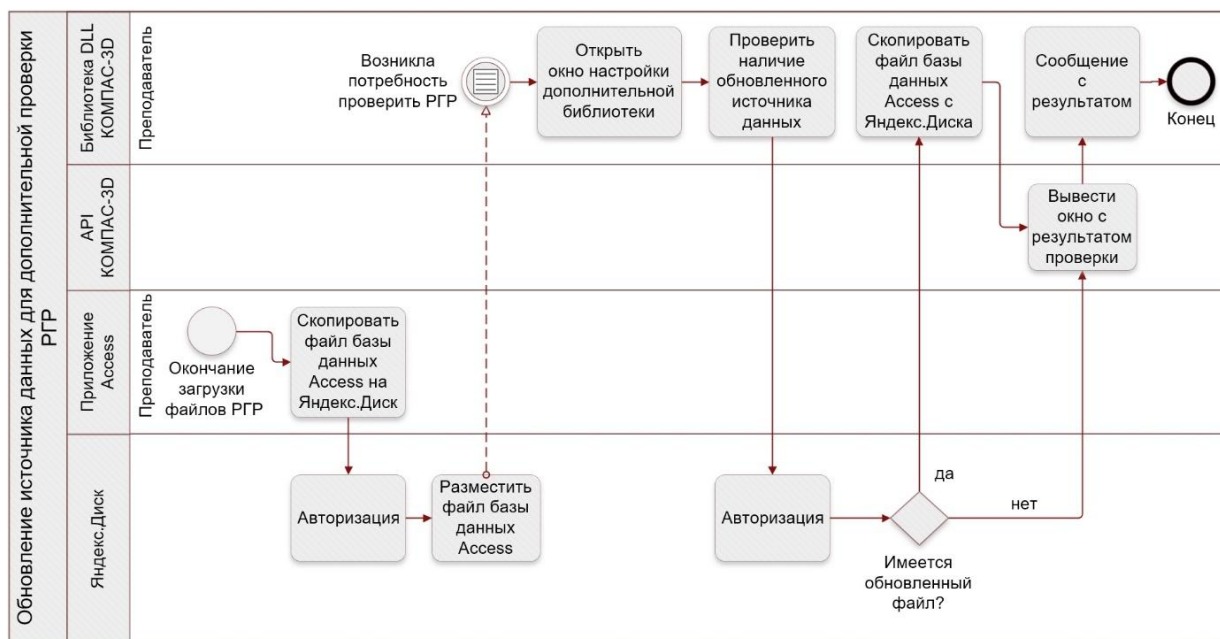


Рис. 7. Модель бизнес-процесса обновления источника данных

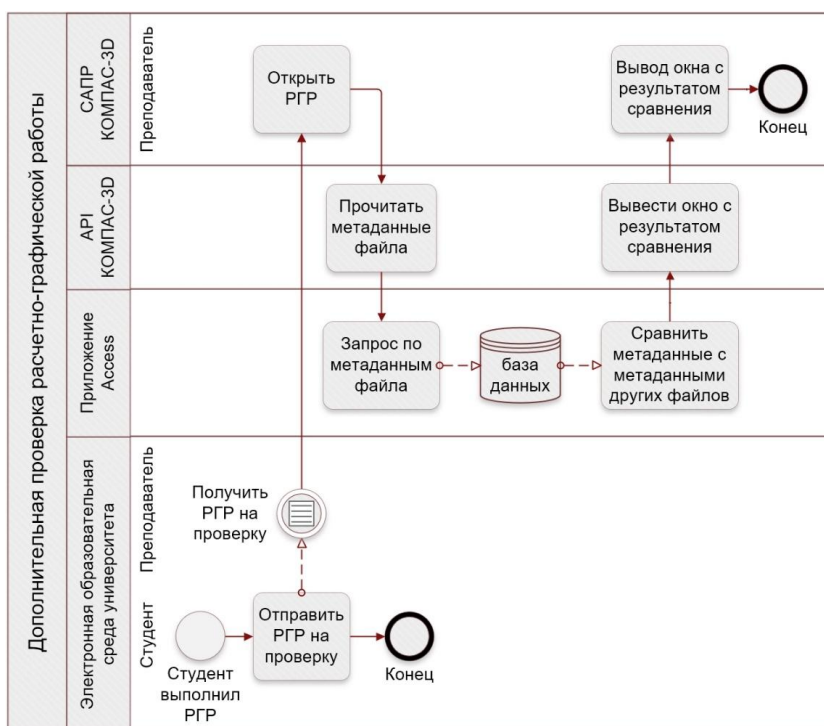


Рис. 8. Модель бизнес-процесса дополнительной проверки РГР

с соответствующим предупреждением, например, в базе данных обнаружен файл, имеющий такие же характеристики, как тот, что открыт на экране у преподавателя.

В результате использования разработанного модуля только за 1-й семестр 2024/2025 учебного года выявлено около семидесяти работ студентов, являющихся копиями файлов, ранее добавленных преподавателями кафедры в актуальную базу данных. Студентам, заподозренным в недобросовест-

ном академическом поведении, предложено защитить работу, повторив отдельные элементы построений на чертеже в присутствии преподавателя. Экспертные мероприятия установили, что в абсолютном большинстве случаев студенты, пойманные на сдаче копий документов, ранее размещенных в базе данных, не смогли продемонстрировать наличие необходимых навыков. Таким образом, система мониторинга позволяет эффективно выявлять и пресекать случаи подлога учебных работ.

Заключение и рекомендации

Система мониторинга хорошо зарекомендовала себя как дополнительный инструмент контроля при проверке графических работ, выполненных в КОМПАС. В данный момент приложение успешно используется в двух вузах: в Сибирском государст-

венном университете путей сообщения» и Новосибирском государственном архитектурно-строительном университете. На 01.03.2025 в базе данных накоплено более 11000 файлов. В данный момент ведётся разработка более детализированной технологии контроля оригинальности графических документов.

Список литературы

1. Зайцев А., Михалевич Н. КОМПАС-3D v22: новые САПР-приложения, реверс-инжиниринг и еще 100+ улучшений // САПР и графика. 2023. № 10(326). С. 30–37. EDN: RQCEAS
2. Сандалова Т. КОМПАС-3D v21: обзор новой версии // САПР и графика. 2022. № 7 (309). С. 46–51. EDN: EUVFGS
3. Камнев А. Интерфейс прикладного программирования геометрического ядра C3D Его применение и главное отличие от API системы КОМПАС-3D // САПР и графика. 2016. № 5 (235). С. 36–38. EDN: YGJNMP
4. Гунькова Р.М., Серова М.А., Никишин А.Е. Возможность импортозамещения программного обеспечения в области 3D моделирования // Труды Международной конференции по компьютерной графике и зрению «Графикон». 2022. № 32. С. 1193–1204. DOI: 10.20948/graphicon-2022-1193-1204. EDN: AJAWLI
5. Комраков А.А., Ушакова К.О., Исаев В.Г. Импортозамещение программного обеспечения в авиационно-космическом сегменте оборонно-промышленного комплекса // Информационно-технологический вестник. 2019. № 4 (22). С. 71–82. EDN: MWCKKO
6. Шайхутдинов Ш.А., Кирпичников А.П., Васильев В.Д., Спиридонов Г.В. Система генерации управляющего кода на основе распознавания конструкторско-технологических элементов // Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21, № 12. С. 186–191. EDN: YVSYXZ
7. Афанасьев А.Н., Бригаднов С.И., Канев Д.С. Разработка автоматизированной системы анализа проектных решений в САПР КОМПАС-3D // Автоматизация процессов управления. 2018. № 1 (51). С. 108–117. EDN: YUTKKW
8. Селиванов К.М., Морозов Е.А., Аверкиев В.В., Шейко В.А. Использование API Компас-3D в учебном процессе при изучении дисциплины «системы автоматизированного проектирования» для подготовки бакалавров направления 09.03.01 информатика и вычислительная техника // Естественные и технические науки. 2018. № 7 (121). С. 179–185. EDN: XYULLV
9. Ермошкин Э.В. Разработка прикладной программы для автоматической проверки графических работ, выполненных в Компас // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции, Новосибирск, Брест, 26 апреля 2022 года / НГАСУ; БГТУ. Новосибирск, Брест: БГТУ, 2022. С. 85–88. EDN: LGWZLY
10. Ермошкин Э.В. Разработка системы сравнения файлов КОМПАС // Цифровые трансформации в образовании (E-Digital Siberia'2023): Материалы VII Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 20 апреля 2023 года. Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2023. С. 122–130. EDN: QYGPPG
11. Archer E. The assessment purpose triangle: balancing the purposes of educational assessment // *Frontiers Education*. 2017. Vol. 4, article 41. [Electronic resource]. Available at: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/educ.2017.00041/full> (accessed 23 December 2024). DOI: 10.3389/educ.2017.00041
12. Siarova H., Sternadel D., Mašidlauskaitė R. Assessment practices for 21st century learning: review of evidence, NESET II report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2017. [Electronic resource]. Available at: https://nesetweb.eu/wp-content/uploads/2019/06/AR1_20172.pdf (accessed 08 November 2024).
13. Jianwu L.W., Yew L.S., On L.K., et al. Artificial intelligence-enabled evaluating for computer-aided drawings (AMCAD) // *International Journal of Mechanical Engineering Education*. 2024. Vol. 52 (1), pp. 3–31. DOI: 10.1177/03064190231175231
14. Грошева Т.В., Шелякина Г.Г. К вопросу об эффективности мониторинга качества графической подготовки студентов // Геометрия и графика. 2017. Т. 5. № 4. С. 75–82. DOI: 10.12737/article_5a18042dd1a667.42394929. EDN: ZWSROD
15. Ермошкин Э.В. Электронный репозиторий учебных заданий // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: Сборник трудов Международной научно-практической конференции, Новосибирск, Брест, 19 апреля 2019 года / Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин); Брестский государственный технический университет). Новосибирск, Брест, 2019. С. 99–103. EDN: EZSGJZ

16. Петухова А.В., Болбат О.Б., Андриюшина Т.В. Опыт разработки цифрового фонда оценочных средств по дисциплинам графического цикла // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения: Гуманитарные исследования. 2023. № 4(19). С. 88–94. DOI: 10.52170/2618-7949_2023_19_88

References

1. Zaitsev A., Mikhalevich N. [KOMPAS-3D v22: new CAD applications, reverse engineering and 100+ more improvements]. *SAPR i grafika* [CAD and graphics], 2023, no. 10 (326), pp. 30–37. (in Russ.). EDN: RQCEAS
2. Sandalova T. [KOMPAS-3D v21: review of the new version]. *SAPR i grafika* [CAD and graphics], 2022, no. 7 (309), pp. 46–51. (in Russ.). EDN: EUVFGS
3. Kamnev A. [Application programming interface of the C3D geometric kernel. Its application and main difference from the API of the KOMPAS-3D system]. *SAPR i grafika* [CAD and graphics], 2016, no. 5 (235), pp. 36–38. (in Russ.). EDN: YGJNMP
4. Gunkova R.M., Serova M.A., Nikishin A.E. [Possibility of import substitution of software in the field of 3D modeling]. In: *Trudy Mezhdunarodnoy konferentsii po komp'yuternoy grafike i zreniyu "Grafikon"* [Proceedings of the International Conference on Computer Graphics and Vision "Graphicon"], 2022, no. 32, pp. 1193–1204. (in Russ.). DOI: 10.20948/graphicon-2022-1193-1204
5. Komrakov A.A., Ushakova K.O., Isaev V.G. [Import substitution of software in the aerospace segment of the defense-industrial complex]. *Informatsionno-tehnologicheskii vestnik* [Information Technology Bulletin], 2019, no. 4 (22), pp. 71–82. (in Russ.). EDN: MWCKKO
6. Shaikhutdinov Sh. A., Kirpichnikov A.P., Vasiliev V.D., Spiridonov G.V. [Control code generation system based on recognition of design and technological elements]. *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Technological University], 2018, vol. 21, no. 12, pp. 186–191. (in Russ.). EDN: YVSYXZ
7. Afanasyev A.N., Brigadnov S.I., Kanev D.S. [Development of an automated system for analyzing design solutions in CAD KOMPAS-3D]. *Sovremennyye naukoemkiye tekhnologii* [Modern science-intensive technologies], 2023, no. 1, pp. 133–137. (in Russ.). DOI: 10.17513/snt.39510
8. Selivanov K.M., Morozov E.A., Averkiev V.V., Sheiko V.A. [Using the Compass-3D API in the educational process when studying the discipline "automated design systems" for the preparation of bachelors in the direction 09.03.01 computer science and computer engineering]. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and Technical Sciences], 2018, no. 7 (121), pp. 179–185. (in Russ.). EDN: XYULLV
9. Ermoshkin E.V. [Development of an Application Program for Automatic Verification of Graphic Work Performed in Compass]. In: *Innovatsionnye tekhnologii v inzhenernoy grafike: problemy i perspektivy: Sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Novosibirsk, Brest, 26 aprelya 2022 goda* [Innovative technologies in engineering graphics: problems and prospects: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Novosibirsk, Brest, April 26, 2022]. Novosibirsk, Brest, BSTU Publ., 2022, pp. 85–88. (in Russ.)
10. Ermoshkin E.V. [Development of the KOMPAS File Comparison System]. *Tsifrovye transformatsii v obrazovanii (E-Digital Siberia'2023): Materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Novosibirsk, 20 aprelya 2023 goda* [Digital transformations in education (E-Digital Siberia'2023): Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference, Novosibirsk, April 20, 2023]. Novosibirsk: Siberian State University of Railway Engineering, 2023, pp. 122–130. (in Russ.)
11. Archer E. The Assessment Purpose Triangle: Balancing the Purposes of Educational Assessment. *Frontiers Education*, 2017, vol. 4, article 41. [Electronic resource]. Available at: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2017.00041/full> (accessed 23 December 2024). DOI: 10.3389/feduc.2017.00041
12. Siarova H., Sternadel D., Mašidlauskaitė R. Assessment practices for 21st century learning: review of evidence, NESET II report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2017. [Electronic resource]. Available at: https://nesetweb.eu/wp-content/uploads/2019/06/AR1_20172.pdf (accessed 08 November 2024).
13. Jianwu L.W., Yew L.S., On L.K., et al. Artificial intelligence-enabled evaluating for computer-aided drawings (AMCAD). *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 2024, vol. 52 (1), pp. 3–31. DOI: 10.1177/03064190231175231
14. Grosheva T.V., Shelyakina G.G. [On the issue of the effectiveness of monitoring the quality of students' graphic training]. *Geometry and graphics* [Geometry and graphics], 2017, vol. 5, no. 4, pp. 75–82. (in Russ.). DOI: 10.12737/article_5a18042dd1a667.42394929. EDN: ZWSROD
15. Ermoshkin E.V. [Electronic repository of educational assignments]. *Innovatsionnye tekhnologii v inzhenernoy grafike: problemy i perspektivy: Sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Novosibirsk, Brest, 19 aprelya 2019 goda* [Innovative technologies in engineering graphics: problems and prospects: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Novosibirsk, Brest, April 19, 2019]. Novosibirsk, Brest, BSTU Publ., 2019, pp. 99–103. (in Russ.)

16. Petukhova A.V., Bolbat O.B., Andriushina T.V. Experience of developing a digital fund of assessment tools for university course of computer graphics. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniia: Gumanitarnye issledovaniia* [Bulletin of the Siberian State Transport University: Humanitarian Research], 2023, no. 4(19), pp. 88–94. (in Russ.). DOI: 10.52170/2618-7949_2023_19_88

Информация об авторе:

Ермошкин Эдуард Валерьевич, доцент кафедры «Инженерная и компьютерная графика», Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), Новосибирск, Россия, старший преподаватель кафедры «Графика», Сибирский государственный университет путей сообщения, Новосибирск, Россия; e.ermoshkin@sibstrin.ru

Information about the author:

Eduard V. Ermoshkin, Associate Professor, Department of Engineering and Computer Graphics, Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russia; Senior Lecturer, Department of Graphics, Siberian State Transport University, Novosibirsk, Russia; e.ermoshkin@sibstrin.ru

Статья поступила в редакцию 10.09.2025, принята к публикации 01.10.2025.

The article was submitted 10.09.2025, approved after reviewing 01.10.2025.