

9. Kuznetsova S.V. On the issue of using authentic texts of a professional orientation in the process of teaching a foreign language at a university. *ANI: pedagogika i psihologija*, 2017, no. 1 (18). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-ispolzovanii-autentichnyh-tekstov-professionalnoy-napravlenosti-v-protse-obsobucheniya-inostrannomu-yazyku-v-vuze> (accessed: 14.08.2021). (In Russ.)
10. Rezunova M.V., Ovchinnikova O.A. Foreign language listening in a non-linguistic university. *Vestnik FGOU VPO Brjanskaja GSHA*, 2019, no. 1 (71). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/inoazychnoe-audiovanie-v-usloviyah-neyazykovogo-vuza> (accessed: 03.06.2021). (In Russ.)
11. Chibisova E.Yu. Teaching a foreign language taking into account the modalities of students' perception. *Psihologija i pedagogika: metodika i problemy prakticheskogo primenenija*, 2010, no. 13. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-inostrannomu-yazyku-s-uchetom-modalnostey-vospriyatija-studentov> (accessed: 08.06.2021). (In Russ.)

*Received 17.08.2021*

---

## ШКОЛА МОЛОДОГО УЧЕНОГО

---

УДК 004.92

### ВИРТУАЛЬНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИЧЕСКОЙ КРЕПОСТИ САМАРЫ СРЕДСТВАМИ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Богданова Е.А., Ларина В.А., Бакай Ю.О.*

*Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, РФ  
E-mail: helen.bogdan@mail.ru*

Данная статья посвящена созданию виртуального 3D-музея исторической Самары, а именно визуализации Самарской крепости, построенной в 1586 году на территории современного Самарского завода клапанов, и к югу от нее, то есть в сторону реки Самары. Для начала рассматриваются основы 3D-моделирования, приводится историческое описание крепости Самара, а также обзор среды разработки, после чего следует детальное пошаговое описание выполнения работы с указанием всех пройденных действий. В качестве практической части представлены рисунки (скриншоты) проекта, выполненные в среде разработки 3D-моделей КОМПАС-3D. Данная работа, безусловно, актуальна и обладает практической ценностью. Ее актуальность обусловлена Указом Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы». Стоит отметить также и то, что данный проект может найти практическое применение в виде разработки музея для проведения виртуальных экскурсий по исторической Самаре. Вывод делается на основе анализа проделанной работы, что позволяет оценить эффективность ее применения в реальности.

**Ключевые слова:** 3D-моделирование, крепость Самара, 3D-музей, КОМПАС-3D, визуализация

#### **Введение**

Трёхмерная графика (3D графика) – это раздел компьютерной графики, в котором рассматриваются методы создания изображений или видео путем моделирования объемных объектов в трехмерном пространстве. То есть 3D-моделирование – процесс создания трехмерной модели объекта. Задачей 3D-моделирования является разработка визуального объемного образа желаемого объекта.

#### **Основы 3D-моделирования**

В области трехмерной компьютерной графики, как правило, выделяют четыре основных этапа, необходимых для получения готового продукта:

1. Моделирование – это создание объектов, которые будут присутствовать на сцене.

2. Использование материалов – это определение свойств поверхностей объектов для имитации различных свойств реальных предметов, таких как фактура, цвет, яркость и т. д.

3. Освещение – это добавление и размещение источников света подобно тому, как это делается на съемочной площадке.

4. Визуализация – это формирование изображения на основе моделей материалов и освещения.

Если в проекте подразумевается создание анимации, то в качестве анимируемых элементов могут выступать смоделированные персонажи. Кроме того, возможно и изменение положения

объектов на сцене, а также изменение их форм, размеров или материалов.

На этапе моделирования создается форма объектов сцены, которые могут иметь и произвольную форму, и правильный геометрический вид. Перед непосредственным созданием объекта, как правило, выполняются предварительные наброски, т. е. эскизы.

На следующем этапе, этапе использования материалов, поверхностям моделей придают вид реальных материалов. Только в этом случае модели примут максимально реалистичный вид.

Одним из самых простых, но важных свойств материала является цвет. Цвет может быть основным, определяющим покрытие всего объекта, или обтекающим, который будет определять фоновое освещение.

Следующим этапом является создание освещения. Оно подчеркивает свойства сцены, выполненной в результате моделирования и использования материалов. Освещение определяет настроение всей сцены. Лучшее освещение должно быть почти подсознательным: присутствовать, но не быть навязчивым [1].

Заключительным этапом работы над моделируемой сценой является визуализация [2].

На данном этапе компьютер превращает математическую модель сцены в форму, доступную для визуального восприятия. Этот процесс получил название рендеринг (render).

### **Историческое описание крепости Самара**

Первые известия о построенном Самарском городе появились в конце лета 1586 г., а в начале сентября крепость уже принимала многочисленных гостей – послов, стрельцов, свиту крымского царевича.

После высадки на берег Григорий Засекин и «горододельщики» начали сверять с чертежами реальную местность. Пока воевода окончательно определил место строительства, а мастера-горододельщики размечали участки под будущие сооружения, служилые и работные люди разобрали плоты, вытащили на берег материалы.

Начало закладки города сопровождалось особым ритуалом – молебном и освящением места закладки сооружений. Прежде всего горододельщики сосредоточили внимание на строительстве собственно «города», или «кремля». На размеченной рабочей площадке сооружались стены с башнями. Внутри кремля устроили усадьбы воеводы и «начальных» людей, здания съезжей избы, тюрьмы, осадных дворов, складов – «анбаров» для припасов, житниц и т. д. Площадь кремля вряд ли составляла более 5 гектаров.

По мнению самарского краеведа Е.Ф. Гурьянова, в плане крепость являла близкую к квадрату прямоугольную фигуру с размерами сторон 213 на 245 м. Желавшие обосноваться своими дворами воинские люди вряд ли могли разместиться под укрытием стен и вынуждены были устроиться за кремлем, в его предместье. Самарский город занял самую возвышенную, примыкающую к обрывистому крутому берегу часть междуречья. Доминантой крепости выступала церковь, сооружение которой началось одновременно с городом. Выбор духовного патрона – покровителя горожан – определяла Москва одновременно с выбором названия крепости. Изначально соборным для города считался храм Пресвятой и Живоначальной Троицы. Видимо, при выборе названия соборной церкви было принято во внимание то, что, по предварительным расчетам экспедиция, возглавляемая князем Г.О. Засекиным, должна была прибыть на место будущего строительства в конце второй декады мая и примерно в Троицын день приступить к закладке города. Поэтому вполне можно совместить примерную дату начала возведения города и храма с праздником Троицы, который в 1586 г. пришелся на 22 мая по старому стилю (1 июня по-новому). Эту дату следует считать официальным днем основания Самары.

По устройству оборонительных сооружений, административных, церковных и частных зданий Самара мало чем отличалась от десятков подобных городов-крепостей, построенных тогда же на южном и юго-восточном пограничье Московского государства [3; 4].

### **Среда разработки КОМПАС-3D**

Система КОМПАС-3D предназначена для создания трехмерных параметрических моделей деталей и последующего полуавтоматического выполнения их рабочих чертежей, которые содержат все необходимые виды, сечения, разрезы.

Система в первую очередь ориентирована на формирование моделей изделий, которые содержат как типичные, так и нестандартные конструктивные элементы [5; 6].

Программа КОМПАС-3D дает возможность пользователю работать как с двухмерным представлением конструкции (2D-чертежом и фрагментом), так и с трехмерным представлением конструкции (3D-моделью детали или сборки), а также текстовыми документами (спецификацией, извещением и т. д.). В связи с этим каждый файл обладает собственным расширением и иконкой [7].

Любое изображение, которое можно построить средствами системы, в терминах КОМПАС-3D принято называть документом. С помощью

программы КОМПАС-3D можно создавать документы трех типов: детали, фрагменты, плоские чертежи. Когда же идет речь о трехмерных изображениях деталей, употребляется такой термин, как «модель». Построение моделей выполняется средствами модуля трехмерного моделирования.

Модель изделия, которая изготавливается из однородного материала, без применения каких-либо сборочных операций называется деталью. Детали, как правило, хранятся в файлах с расширением m3d.

Основным же типом графического документа в КОМПАС-3D является чертеж, содержащий графическое изображение изделия, основную надпись, рамку, а иногда и дополнительные объекты оформления (знак неуказанной шероховатости, технические требования и т. д.). В файле чертежа КОМПАС-3D могут содержаться не только чертежи (в понимании ЕСКД), но и плакаты, схемы и прочие графические документы. Чертежи хранятся в файлах с расширением cdw.

Фрагмент – вспомогательный тип графического документа в КОМПАС-3D. Файл фрагмента имеет расширение frw.

Кроме перечисленных, в КОМПАС-3D по умолчанию используются следующие расширения файлов для шаблонов документов: m3t – деталей; cdt – чертежей; frt – фрагментов.

Система КОМПАС-3D позволяет: экспорт документов в форматы DXF, DWG, IGES, ParaSolid, STL, ACIS, STEP, VRML; экспорт документов в растровые форматы BMP, TIFF, GIF, JPEG, PNG, TGA; экспорт документов в формат eDrawing; экспорт документов в форматы WMF и EMF[E1]; импорт документов из форматов IGES, ParaSolid, STEP, ACIS, TXT, RTF; работу с несколькими документами одновременно.

Поддерживаются типы документов: текстово-графические документы (тип файла kdw); спецификации (тип файла spw).

Текстовый редактор предусматривает: форматирование, заполнение и редактирование таблиц любой конфигурации, возможность создания таблицы по ее графическому представлению (преобразование фрагмента в таблицу); сохранение часто применяемых фраз, выражений, обозначений и т. д. в файле текстовых шаблонов, вставку текстовых шаблонов в любой текстовый объект или объект, содержащий текстовую часть; пользовательские меню.

Имеются настройки: фильтров вывода на печать; разбиения листа на зоны; отрисовки стрелок и засечек; отрисовки осевых линий; имени файла по умолчанию при первом сохранении; перечня объектов, учитываемых при определении габаритов модели.

Сервисные возможности включают: создание пользовательских стилей линий, штриховок и текстов; создание пользовательских основных надписей, пользовательских оформлений и стилей спецификаций; создание исходной и зеркальной копий при резервном копировании; возможность сопоставления графическим объектам и документам атрибутов – неграфической информации (число, строка или таблица); выбор единиц измерения длины в документе (миллиметры, сантиметры или метры); быстрое переключение на слой указанного объекта; отрисовку фоновых заливок цветом и зачерненных стрелок; управление порядком отрисовки графических объектов; запись документов с приведением имен к UNC; прерывание штриховок и линий при пересечении их с размерными стрелками, размерными надписями и обозначениями; использование «Менеджера библиотек» – системы для управления библиотеками; возможность создания, редактирования и подключения библиотек фрагментов (lfr) и моделей (l3d); подключение прикладных библиотек, разработанных для использования в профессиональной версии системы КОМПАС-3D; работу с кодами и наименованиями документов (выбор кода и наименования при заполнении основной надписи, автоматическую передачу обозначения и наименования изделия – без передачи кода и наименования документа – между связанными документами и др.); визуализацию ограничений, наложенных на графические объекты, и имеющихся у них степеней свободы; выравнивание размерных линий размеров [8].

### **Создание 3D-модели исторической крепости Самара в среде разработки КОМПАС-3D**

Далее рассмотрим порядок создания крепости (см. рис.).

#### **1. Эскиз 1.**

1.1. Создаем эскиз с основными фигурами, использованными в крепости, в виде 2D-проекции.

1.2. В основе модели крепости лежит прямоугольник, созданный с помощью функции «Прямоугольник».

1.3. На одной стороне получившейся фигуры (основания крепости) выстраиваются основания башен, соответствующие историческим изображениям. В основах башен лежат квадраты соответствующих размеров (в масштабе 1 см = 1 м).

1.4. В итоге имеем эскиз с основанием крепости и башен (эскиз 1). Всего на одной стороне имеем 4 башни, причем одна из башен в последующем будет оснащена воротами, т. к. является проездной.

#### **2. Выстраивание основы.**



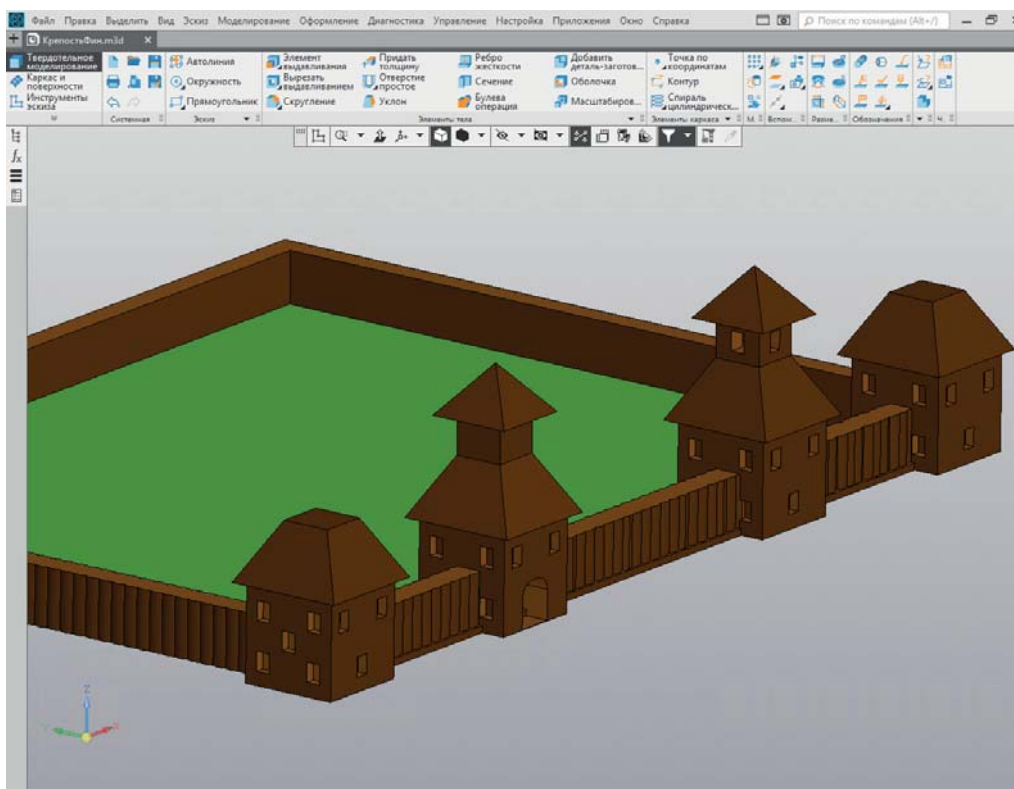


Рисунок. 3D-модель, построенная в среде разработки КОМПАС-3D

2.1. Посредством функции «Элемент выдавливания» создаем первоначальную 3D-модель крепости. Высота ограды – 3 см, высота башен – 6 см (в масштабе 1 см = 1 м). Получаем простую 3D-модель крепости.

3. Эскиз 2. Детализация ограды.

3.1. На уровне ограды создаем дополнительный эскиз (эскиз 2) для формирования рельефа ограды.

3.2. Создаем круг диаметром 1,5 см (в масштабе 1 см = 1 м) с помощью функции «Окружность» с целью создания бревенчатой структуры ограды.

3.3. Посредством копирования этой окружности получаем «цепочку» окружностей по всему периметру ограды.

4. Формирование бревенчатой структуры.

4.1. Аналогично созданию крепости формируем «бревна» по периметру ограды с помощью функции «Элемент выдавливания».

5. Эскиз 3. Крыши башен.

5.1. Создаем эскиз, на котором формируем 2D-модель крыш башен. Эскиз создается на уровне «вершин» башен, полученных в эскизе 1.

6. Формирование крыш башен.

6.1. С помощью функции «Элемент выдавливания» создаем 3D-модель крыш башен. На данном этапе получаем крышу в виде прямоугольника.

6.2. С помощью функции «Уклон» формируем уклон крыш для того, чтобы получить нужную

форму усеченной пирамиды с квадратом в основании.

6.3. В итоге возникает модель 4 башен с крышами.

7. Эскиз 4. Создание второго этажа башен.

7.1. Для двух башен формируем эскиз аналогично эскизу 1 с 2D-моделью второго этажа башен.

7.2. Аналогично пункту 2 создаем 3D-модель второго этажа.

8. Формирование крыш второго этажа.

8.1. Создаем 2D-модель (эскиз 5) крыш второго этажа башен, в основе которых лежит квадрат.

8.2. Аналогично пункту 6.1 создаем 3D-модель крыш второго этажа башен.

8.3. Аналогично пункту 6.2 создаем необходимый уклон крыш башен.

9. Формирование окон и ворот башен.

9.1. Для каждой стороны башни создаем эскизы для формирования 2D-модели окон для каждой стороны башни. Каждый эскиз соответствует одной стороне башни. В итоге имеем 4 эскиза.

9.2. На одном из эскизов формируем с помощью функций «Прямоугольник» и «Окружность» модель ворот для одной из башен. Данные ворота являются въездом в крепость и располагаются на проездной башне.

9.3. На каждом эскизе создаем 2D-модели окон, ориентируясь на историческое изображение крепости.

9.4. С помощью функции «Вырезать выдавливанием» формируем 3D-модель окон для каждой стороны. Для проездной башни аналогично формируем въезд, т. е. ворота. На данном этапе получаем 3D-модель крепости с окнами и въездом.

10. Покрас модели.

10.1. Отдельно осуществляем покрас внутреннего «двора» модели. На первичном этапе посредством настройки свойств фигур производим заливку фигуры оттенком зеленого цвета. Тем самым формируем иллюзию травяного покрова.

10.2. Осуществляем покрас основной части крепости. Согласно исторической сводке, крепость представляла собой деревянную постройку. На основании этого осуществляем заливку основной части крепости соответствующим оттенком коричневого.

10.3. В некоторых частях крепости добавляем цветовые и фактурные акценты в виде затемнения фигур. Например, области окон и ворот.

Дальнейшая работа над проектом состоит из доработки сцены (моделлинг элементов крепости), придания реалистичности путем наложения текстур, обработки полученной сцены [9; 10].

### Заключение

По итогу проделанной работы можно сделать вывод о том, что среда разработки КОМПАС-3D является достаточно эффективной и простой в использовании для создания различных 3D-моделей. Несомненно, данная работа очень актуальна. Все работы были выполнены в соответствии с источниками, содержащими исторические факты и обзоры, что гарантирует высокую схожесть созданного нами объекта с реальным.

Поскольку модель еще не достроена, перед нами стоит задача доработки начатой сцены проекта с возможностью ее встройки в виртуальную реальность.

### Список литературы

1. Меженин А.В. Технологии 3D-моделирования для создания образовательных ресурсов: учебное пособие. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008. 112 с.
2. Тозик В.Т., Меженин А.В. 3ds Max 9: трехмерное моделирование и анимация. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 1056 с.
3. История Самары (1586–1912 гг.): монография / П.С. Кабытов [и др.]. Самара: Самарский университет, 2015. 480 с.
4. Моргун А.Г. От крепости Самара до города Куйбышева. Заметки об архитектуре. Куйбышев: Кн. изд-во, 1986. 219 с.
5. Большаков В.П. Создание трехмерных моделей и конструкторской документации в системе КОМПАС-3D: учебное пособие СПб.: БВХ-Петербург, 2010. 489 с.
6. Чагина А.В., Большаков В.П. 3D-моделирование в КОМПАС-3D версий v17 и выше: учебное пособие для вузов. СПб.: Питер, 2021. 256 с.
7. Герасимов А.А. Самоучитель КОМПАС-3D v19. СПб.: БХВ-Петербург, 2021. 624 с.
8. Ганин Н.Б. Трехмерное проектирование в КОМПАС-3D. Проектирование: учебное пособие. М.: ДМК-Пресс, 2012. 784 с.
9. Черноморец А.А., Болгова Е.В., Коваленко А.Н. Об оптимальной модификации проекций изображений на базисные векторы при скрытом внедрении информации // Инфокоммуникационные технологии. 2020. Т. 18, № 4. С. 437–442.
10. Ганин Д.В. Применение итеративных процедур при масштабировании изображений // Инфокоммуникационные технологии. 2017. Т. 15, № 4. С. 409–415.

Получено 01.08.2021

**Богданова Елена Александровна**, к.т.н., доцент кафедры прикладной информатики Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). 443010, Российская Федерация, г. Самара, ул. Л. Толстого, 23. Тел. +7 846 228-00-36. E-mail: helen.bogdan@mail.ru

**Ларина Валерия Анатольевна**, студентка ПГУТИ. 443010, Российская Федерация, г. Самара, ул. Л. Толстого, 23. Тел. +7 987 957-94-46. E-mail: valeriya-larina-2000@mail.ru

**Бакai Юлия Олеговна**, студентка ПГУТИ. 443010, Российская Федерация, г. Самара, ул. Л. Толстого, 23. Тел. +7 901 942-01-12. E-mail: ov.bakai@gmail.com

## VIRTUAL RECONSTRUCTION OF THE HISTORICAL FORTRESS OF SAMARA USING 3D MODELING

*Bogdanova E.A., Larina V.A., Bakai Yu.O.*

*Povolzhsky State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russian Federation  
E-mail: helen.bogdan@mail.ru*

This article is devoted to the creation of a virtual 3D-museum dedicated to the historical part of the city of Samara, specifically the visualization of the Samara Fortress, built in 1586 on the territory of the modern Samara valve factory, and to the south of it, that is, towards the Samara River. First, the basics of 3D-modeling are considered, a historical description of the Samara fortress is given, an overview of the development environment is provided, followed by a detailed step-by-step description of how to perform the work with all the steps taken. The practical part is illustrations (screenshots) of the project made in the KOMPAS-3D 3D-modeling environment. This work is certainly relevant and has practical value. Its relevance is due to the Decree of the President of the Russian Federation No. 203 of May 9, 2017 «On the Strategy for the development of the Information Society in the Russian Federation for 2017–2030». It is also worth noting that this project can find practical application in the form of developing a museum for conducting virtual excursions around historical Samara. The conclusion is made on the basis of the analysis of the work done, which allows you to assess the effectiveness of its application in reality.

**Keywords:** 3D-modeling, Samara fortress, 3D-museum, COMPASS-3D, visualization

**DOI:** 10.18469/ikt.2021.19.4.14

**Bogdanova Elena Aleksandrovna**, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 23, L. Tolstogo Street, Samara, 443010, Russian Federation; PhD of Technical Sciences, Associate Professor of Applied Informatics Department. Tel. +7 846 228-00-36. E-mail: helen.bogdan@mail.ru

**Larina Valeriya Anatolievna**, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 23, L. Tolstogo Street, Samara, 443010, Russian Federation; Student. Tel. +7 987 957-94-46. E-mail: valeriya-larina-2000@mail.ru

**Bakai Yulia Olegovna**, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 23, L. Tolstogo Street, Samara, 443010, Russian Federation; Student. Tel. +7 901 942-01-12. E-mail: ov.bakai@gmail.com

## References

1. Mezhenin A.V. *3D Modeling Technologies for Creating Educational Resources: Tutorial*. Saint Petersburg: SPbGU ITMO, 2008, 112 p. (In Russ.)
2. Tozik V.T., Mezhenin A.V. *3ds Max 9: 3D Modeling and Animation*. Saint Petersburg: BHV-Peterburg, 2007, 1056 p. (In Russ.)
3. Kabytov P.S. et al. *History of Samara (1586–1912): monograph*. Samara: Samarskij universitet, 2015, 480 p. (In Russ.)
4. Morgun A.G. *From the Samara Fortress to the City of Kuibyshev. Architecture Notes*. Kujbyshev: Kn. izd-vo, 1986, 219 p. (In Russ.)
5. Bol'shakov V.P. *Creation of Three-Dimensional Models and Design Documentation in the KOMPAS 3D System: Textbook*. Saint Petersburg: BVH-Petersburg, 2010. 489 p. (In Russ.)
6. Chagina A.V., Bol'shakov V.P. *3D Modeling in Kompas-3D Versions V17 and Higher: Textbook for Universities*. Saint Petersburg: Piter, 2021, 256 p. (In Russ.)
7. Gerasimov A.A. *Tutorial Kompas-3D V19*. Saint Petersburg: BHV-Peterburg, 2021, 624 p. (In Russ.)
8. Ganin N.B. *Three-Dimensional Design in Kompas-3D. Design: Tutorial*. Moscow: DMK-Press, 2012, 784 p. (In Russ.)
9. Chernomorets A.A., Bolgova E.V., Kovalenko A.N. On Optimal Modification of Image Projections on Basis Vectors with Hidden Information Embedding. *Infokommunikacionnye tehnologii*, 2020, vol. 18, no. 4, pp. 437–442. (In Russ.)
10. Ganin D.V. Applying iterative procedures when scaling images. *Infokommunikacionnye tehnologii*, 2017, vol. 15, no. 4, pp. 409–415. (In Russ.)

Received 01.08.2021