

УДК: 37.091.3:004

***СОВРЕМЕННЫЕ САД-СИСТЕМЫ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЭТАПНОЙ ИНТЕГРАЦИИ В
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС***

Шпаков К. В.*магистрант,**Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского,
Калуга, Россия****Левченко Н. В.****к.п.н., доцент,**Калужский государственный университет им. К. Э. Циолковского,
Калуга, Россия***Аннотация**

В статье представлен комплексный анализ современных систем автоматизированного проектирования (САД) с точки зрения их применения в образовательном процессе на различных ступенях обучения. Обосновывается необходимость внедрения цифровых инструментов проектирования в систему подготовки обучающихся в условиях цифровой трансформации образования. Рассматриваются облачные, профессиональные, открытые и специализированные САД-решения, их дидактический потенциал, ограничения и оптимальные сферы применения. На основе сравнительного анализа выделены ключевые критерии оценки программного обеспечения: доступность, сложность освоения, функциональность и интеграционный потенциал. Особое внимание уделяется взаимосвязи выбора САД-систем с возрастом обучающихся, образовательными целями и задачами формирования инженерного мышления.

Ключевые слова: САД-системы, 3D-моделирование, Tinkercad, Fusion 360, FreeCAD, КОМПАС-3D, цифровое образование.

***MODERN CAD SYSTEMS: A COMPARATIVE ANALYSIS AND
PEDAGOGICAL POSSIBILITIES OF STAGED INTEGRATION INTO THE
EDUCATIONAL PROCESS***

Shpakov K.V.

Master's Student,

K.E. Tsiolkovsky Kaluga State University,

Kaluga, Russia

Levchenko N.V.

PhD, Associate Professor,

K.E. Tsiolkovsky Kaluga State University,

Kaluga, Russia

Abstract

The article presents a comprehensive analysis of modern computer-aided design (CAD) systems in terms of their application in the educational process at different levels of education. It substantiates the need to introduce digital design tools into the training system of students in the context of digital transformation of education. Cloud-based, professional, open-source, and specialized CAD solutions are considered, along with their didactic potential, limitations, and optimal areas of application. Based on a comparative analysis, key evaluation criteria are identified: accessibility, learning difficulty, functionality, and integration potential. Particular attention is paid to the relationship between CAD system selection, learners' age, educational goals, and the development of engineering thinking.

Keywords: CAD systems, 3D modeling, Tinkercad, Fusion 360, FreeCAD, КОМПАС-3D, digital education.

Цифровая трансформация образования, активно развивающаяся в XXI веке, выдвигает новые требования к формированию инженерного и дизайн-мышления у подрастающего поколения. Трёхмерное моделирование перестало быть узкопрофессиональной компетенцией и превратилось в универсальный инструмент познания и творчества, интегрирующий знания из математики, физики, технологии и искусства. Системы автоматизированного проектирования

Дневник науки | www.dnevnikнауки.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

(CAD) из инструментария профессиональных инженеров перешли в образовательное пространство, создавая как новые возможности, так и методологические вызовы для педагогов [2].

Актуальность обзора различных систем, ориентированных на 3D-моделирование, определяется противоречием между растущим разнообразием CAD-решений на рынке образовательных технологий и недостаточной проработанностью критериев их выбора и методик применения в конкретных педагогических условиях. Многообразие предложений — от простейших браузерных редакторов до комплексных профессиональных сред — требует от образовательных организаций осознанного выбора, основанного не на маркетинговых преимуществах, а на дидактической целесообразности [4, 6].

Для сравнительного анализа и последующей поэтапной интеграции CAD-технологий в образовательный процесс были отобраны четыре CAD-системы, представляющие основные категории программного обеспечения [1]:

- Tinkercad (Autodesk) — облачное решение для начального обучения;
- Fusion 360 (Autodesk) — профессиональная кроссплатформенная среда;
- FreeCAD — открытое параметрическое решение;
- КОМПАС-3D (АСКОН) — отечественное промышленное приложение.

Разработанная система критериев оценки включает четыре основные группы, каждая из которых содержит конкретные параметры.

1. Критерии доступности и инфраструктуры:

- лицензионная политика и стоимость для образовательных учреждений;
- аппаратные требования и требования к интернет-соединению;
- техническая поддержка и частота обновлений;
- кроссплатформенность и мобильность.

2. Дидактические критерии:

- кривая обучения и возрастная адекватность;
- наличие локализованного интерфейса и обучающих материалов;
- интуитивность и визуальная ясность интерфейса;

- встроенные учебные курсы и интерактивные руководства;
- возможности индивидуализации и дифференциации обучения.

3. Функциональные критерии:

- базовые возможности моделирования (твердотельное, поверхностное);
- параметрические и прямые методы редактирования;
- работа со сборками и механизмами;
- инструменты инженерного анализа и симуляции;
- интеграция с производственными технологиями (3D-печать, ЧПУ);
- совместимость форматов и экосистема дополнений.

4. Интеграционные критерии:

- междисциплинарный потенциал;
- возможности проектной и исследовательской деятельности;
- поддержка стандартов (ЕСКД, ISO);
- связь с олимпиадным движением и конкурсами;
- поддержка совместной работы и обмена моделями.

Сравнительный анализ CAD-систем. Tinkercad — это не просто инструмент для моделирования, а полноценная образовательная экосистема, построенная вокруг идеи цифрового конструктора. Её основой является блочное моделирование, при котором сложные объекты создаются из простых геометрических форм, что делает платформу доступным стартовым инструментом для будущих инженеров, дизайнеров и изобретателей.

Ключевые преимущества в образовательном контексте: мгновенный старт без барьеров: для начала работы требуется только устройство с доступом в интернет и браузер. Платформа нетребовательна к вычислительным ресурсам и стабильно функционирует даже на устаревших школьных компьютерах, что снижает техническую нагрузку на образовательную организацию [8].

Интуитивно понятный интерфейс: визуальная организация инструментов и принцип перетаскивания объектов позволяют учащимся уже с 8–9 лет быстро освоить базовые операции моделирования. Обучающиеся за короткое время

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

осваивают создание простых 3D-объектов, получая наглядный результат своей деятельности.

Игровой формат обучения: использование элементов геймификации (визуальная обратная связь, подсказки, достижения) способствует повышению мотивации и вовлечённости учащихся.

Связь с реальными технологиями: созданные модели могут быть экспортированы для 3D-печати. Также доступна работа с электронными схемами и базовое программирование Arduino, что расширяет образовательные возможности платформы.

Безопасная образовательная среда: возможность создания виртуального класса позволяет учителю управлять учебным процессом, распределять задания и отслеживать прогресс обучающихся.

Ограничения:

Платформа ориентирована на начальный уровень и не предназначена для профессионального инженерного проектирования. Отсутствуют инструменты параметрического моделирования, инженерных расчётов и продвинутой визуализации. Кроме того, работа зависит от интернет-соединения и доступности серверов разработчика.

Дидактический потенциал:

Tinkercad эффективен для развития пространственного мышления, логики и цифровой грамотности на начальном этапе обучения. Может применяться на уроках технологии, математики и изобразительного искусства, а также во внеурочной деятельности (кружки 3D-моделирования, робототехники и проектной деятельности).

Таким образом, Tinkercad представляет собой не упрощённую версию профессиональных CAD-систем, а самостоятельную педагогически ориентированную среду.

Fusion 360 — облачная профессиональная платформа проектирования, объединяющая полный цикл разработки изделий: от концепции до подготовки производства.

Ключевые преимущества:

Единая среда разработки: система объединяет параметрическое моделирование, свободное формообразование, инженерный анализ и подготовку управляющих программ для станков с ЧПУ и 3D-печати. Это формирует у обучающихся целостное представление о процессе проектирования.

Облачная работа и совместная деятельность: хранение проектов в облаке обеспечивает доступ с различных устройств и поддерживает командную работу в режиме реального времени.

Современные технологии: поддержка генеративного дизайна, цифровых двойников и аддитивного производства позволяет знакомить обучающихся с актуальными промышленными технологиями.

Ограничения:

Высокие требования к аппаратному обеспечению, сложная кривая обучения и необходимость подтверждения образовательной лицензии.

Дидактический потенциал:

Оптimalен для профильного обучения (9–11 классы, СПО, вузы), так как позволяет реализовывать полный цикл инженерного проекта.

FreeCAD — бесплатная параметрическая САД-система с открытым исходным кодом и модульной архитектурой.

Преимущества:

Полная бесплатность и отсутствие лицензионных ограничений обеспечивают возможность массового внедрения в образовательных учреждениях.

Открытый исходный код позволяет обучающимся изучать принципы работы САД-систем и алгоритмы построения геометрии.

Поддержка параметрического моделирования формирует системное инженерное мышление.

Модульная архитектура (workbenches) позволяет изучать различные аспекты проектирования: от 2D-черчения до конечно-элементного анализа и ЧПУ.

Работа в офлайн-режиме обеспечивает независимость от интернет-инфраструктуры.

Ограничения:

Нестабильность отдельных версий, сложность интерфейса и ограниченность учебных материалов на русском языке.

Дидактический потенциал:

Эффективен для углублённого изучения параметрического моделирования и подготовки учащихся старших классов и студентов IT-направлений.

КОМПАС-3D — отечественная профессиональная САД-система, ориентированная на подготовку инженерных кадров для промышленности.

Ключевые преимущества:

Соответствие ЕСКД обеспечивает формирование у обучающихся навыков работы с отечественными стандартами конструкторской документации.

Системная методика обучения (от 2D-черчения к 3D-моделированию и сборкам) обеспечивает последовательное освоение материала.

Интеграция в промышленную экосистему позволяет познакомить обучающихся с реальными производственными процессами.

Развитая образовательная поддержка (олимпиады, конкурсы, методические материалы) способствует мотивации учащихся.

Ограничения:

Ориентация на российский рынок, менее развитые инструменты органического моделирования и ограниченная открытость архитектуры.

Дидактический потенциал:

Является базовым инструментом подготовки инженерных кадров для отечественной промышленности.

На основе проведённого анализа предлагается следующая модель поэтапного внедрения CAD-систем в образовательный процесс.

Уровень 1 (1–5 классы): формирование пространственного мышления (Tinkercad).

Уровень 2 (6–8 классы): основы проектирования и переход к параметрическим системам.

Уровень 3 (9–11 классы): предпрофессиональная подготовка (Fusion 360, КОМПАС-3D, FreeCAD).

Уровень 4 (СПО и вузы): профессиональная инженерная подготовка.

Проведённый анализ показывает, что современные CAD-системы обладают выраженной педагогической дифференциацией и занимают различные ниши в образовательном процессе. Tinkercad оптимален для начального этапа обучения, Fusion 360 — для универсальной предпрофессиональной подготовки, FreeCAD — для углублённого изучения параметрического моделирования, а КОМПАС-3D — для подготовки инженерных кадров в рамках отечественной промышленности.

Ключевой вывод заключается в том, что выбор CAD-системы должен определяться не техническими характеристиками программного обеспечения, а дидактическими целями, возрастными особенностями обучающихся и образовательной стратегией. Поэтапная интеграция CAD-технологий обеспечивает непрерывное развитие инженерного мышления от начальной школы до профессионального образования.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка методик междисциплинарных проектов, оценка эффективности использования различных CAD-систем в образовательной практике, а также изучение влияния 3D-моделирования на развитие когнитивных функций обучающихся.

Проведенный сравнительный анализ демонстрирует, что современная образовательная база в области 3D-моделирования предлагает разнообразные инструменты, каждый из которых занимает свою педагогическую нишу. Сравнительные данные по обозначенным критериям выглядят следующим образом, см. таблицу 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика САD-программ

Критерий	Tinkercad	Fusion 360	FreeCAD	КОМПАС-3D
Простота освоения	высокий	средний	низкий	средний
Доступность (лицензия)	бесплатный	условно бесплатный (образовательная лицензия)	бесплатный (open-source)	условно бесплатный (образовательная версия)
Уровень профессионального применения	низкий	высокий	средний	высокий
Применимость в школьном образовании	высокий	высокий	средний	средний
Применимость в СПО и высшем образовании	низкий	высокий	высокий	высокий

Tinkercad остается оптимальным решением для начальной школы, обеспечивая безопасный и мотивирующий вход в мир цифрового проектирования. Fusion 360, благодаря балансу профессиональных возможностей и доступности образовательной лицензии, является наиболее универсальным выбором для основной и старшей школы, а также для многих направлений СПО. FreeCAD представляет особую ценность для обучения принципам параметрического моделирования и в условиях ограниченного бюджета. КОМПАС-3D сохраняет стратегическое значение для подготовки кадров для отечественной промышленности [5, 10].

Говоря об интеграции САD-систем в образовательный процесс важно понимать, что выбор должен определяться не техническими характеристиками программного обеспечения, а дидактическими целями, возрастными особенностями учащихся и долгосрочными образовательными перспективами. Интеграция САD-системы в образовательный процесс позволяет обеспечить поступательное развитие инженерного мышления от начальной школы до профессионального образования.

Результаты сравнительных анализов подтверждают целесообразность использования дифференцированного подхода к выбору САД-систем в зависимости от возраста обучающихся, уровня подготовки и образовательных целей.

Дальнейшие исследования в данной области могут быть направлены на разработку конкретных методик для междисциплинарных проектов, оценку эффективности разных САД-систем с точки зрения образовательных результатов, а также изучение влияния 3D-моделирования на развитие когнитивных функций учащихся.

Библиографический список:

1. Едакин А. Топ-10+ программ для 3D-моделирования — что выбрать // Онлайн школа 3D моделирования [Электронный ресурс]. URL: <https://3dclub.com/blog/top-programm-dlya-3d-modelirovaniya> (дата обращения: 17.06.2026).
2. Жданов А. А., Карташов О. О. Современные программы для создания трехмерной компьютерной графики // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. 2016. № 3. С. 52–54.
3. Каменев Р. В. Современные технологии 3D-моделирования, прототипирования и макетирования // Российский учебник [Электронный ресурс]. Новосибирск, 2019. URL: <https://events.prosv.ru/uploads/2019/07/additions/J2D1G4YF8KHJUD2Allp0plegUWE8M1hh5SK2jVuQ.pdf> (дата обращения: 17.06.2026).
4. Нарымская О. Е. Использование трехмерного моделирования на уроках технологии // NSPortal [Электронный ресурс]. URL: <https://nsportal.ru/shkola/tekhnologiya/library/2021/03/10/3d-modelirovanie-na-urokah-tehnologii-0> (дата обращения: 17.06.2026).
5. Обзор САПР вчера и сегодня // NS Labs [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nslabs.ru> (дата обращения: 17.06.2026).

6. Петров Е. Г. Использование технологии 3D-моделирования в обучении // Студенческий научный форум: материалы IX Международной студенческой научной конференции. 2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017037072> (дата обращения: 17.06.2026).
7. Приходько А. А. Моделирование и прототипирование в 3D: первые шаги // Образование. Технологии. Качество: материалы всероссийской научно-практической конференции. М.: Перо, 2020. С. 91–96 [Электронный ресурс]. URL: https://www.sgu.ru/sites/default/files/conf/inf/2020-05/otk-2020_sbornik.pdf (дата обращения: 17.06.2026).
8. Рогова А. В. Цифровая скульптура: возможности привлечения учащихся к трехмерному моделированию // Молодой ученый. 2018. № 13 (199). С. 137–140.
9. Силкина К. С., Тухбатуллина Л. М. Средства цифрового художника // Инновационные материалы и технологии в дизайне: тезисы докладов VI Всероссийской научно-практической конференции. СПб.: СПбГИКиТ, 2020. С. 157–159.
10. Трехмерное моделирование (3D-моделирование) // Энциклопедический фонд России. 2022 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.russika.ru/ef.php?s=5489> (дата обращения: 17.06.2026).