

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2026-54-92-99>

РАННЯЯ КОНСТРУКТАРСКАЯ ПОДГОТОВКА ШКОЛЬНИКОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОФОРИЕНТАЦИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Тараховский А.Ю.

Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия

Ключевые слова: кадровый дефицит в машиностроении, ранняя профориентация школьников, конструкторская подготовка, 3D-моделирование в КОМПАС-3D, FDM-печать, инженерное образование, проектная деятельность, научная презентация школьников, цифровое проектирование.

Аннотация. Цель статьи – описать методику ранней конструкторской подготовки школьников по 3D-проектированию и печати и оценить её профориентационную эффективность. Методы: поэтапный практический курс (2D-эскизы → 3D-моделирование в КОМПАС-3D → слайсеры Creality Print/Prusa Slicer → печать на Creality K1 Max) с проектами и научной презентацией. Результаты: 12 проектов, выступления на конференциях, 5 выпускников поступили в СевГУ на инженерные специальности. Выводы: методика эффективна, но требует вводного модуля по черчению и геометрии; программа пригодна для тиражирования в вузах.

STANDARDIZATION OF ADDITIVE TECHNOLOGIES: RUSSIAN GOST AND INTERNATIONAL ASTM STANDARDS

Tarakhovskiy A.Yu.

Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

Keywords: personnel shortage in mechanical engineering, early career guidance for schoolchildren, engineering design training, 3D modeling in KOMPAS-3D, FDM printing, engineering education, project-based learning, student scientific presentations, digital design.

Abstract. The aim of the article is to describe a methodology for early engineering design training of schoolchildren in 3D design and printing, and to evaluate its effectiveness for career guidance. Methods: a step-by-step practical course (2D sketching → 3D modeling in KOMPAS-3D → Creality Print/Prusa Slicer → printing on Creality K1 Max) with project work and scientific presentations. Results: 12 projects, conference presentations, 5 graduates enrolled in engineering programs at Sevastopol State University. Conclusions: the methodology is effective but requires an introductory module in drafting and geometry; the program is suitable for replication at other universities.

Кадровый дефицит в российском машиностроении достиг критического уровня. В 2025 году нехватка инженеров и технологов составляет около 141 тысячи человек, а рабочих специальностей – до 166 тысяч [1]. Около 66% промышленных предприятий в России столкнулись с нехваткой инженеров и ИТ-специалистов в 2025 году [1]. Для машиностроения этот фактор особенно болезненный, так как речь идет не просто о трудовых ресурсах, а о кадрах повышенной квалификации, подготовить которые в сжатые сроки нереально [2].

Ключевыми шагами для решения проблемы кадров в долгосрочной перспективе являются повышение привлекательности инженерных профессий, улучшение условий труда и создание условий для роста квалифицированных специалистов [3]. Вместе с тем многим компаниям отрасли все еще необходимо

повысить конкурентоспособность предложения и всерьез заняться сотрудничеством с учебными заведениями – увеличить подготовку студентов по дефицитным направлениям [3].

Профориентация для школьников, начинающаяся в 9 классе, закладывает базу для будущих интересов. Школьник уже в 10-11 классе – фокусируйтесь на конкретике – анализе вузов, программ, олимпиад. Цель программы профессиональной ориентации обучающихся – формирование интереса к инженерной деятельности у подростков [4-6].

Целью статьи является описание методического подхода к организации ранней конструкторской подготовки школьников 10 класса по цифровому проектированию и 3D-печати в рамках профориентационной программы и анализ её эффективности как инструмента профориентации в машиностроении.

Методика организации курса ранней конструкторской подготовки

Курс ранней конструкторской подготовки был организован в ФГАОУ «Севастопольский государственный университет», Высшая технологическая школа «Севастопольский приборостроительный институт», кафедрой «Цифровое проектирование». Программа реализуется в рамках профориентационной деятельности Высшей технологической школы «Севастопольский приборостроительный институт» для привлечения молодежи в инженерную отрасль (табл. 1).

Табл. 1. Основные параметры программы

Параметр	Значение
Участники	Школьники 10 класса
Количество групп	2 группы
Количество школьников в группе	15-20 человек
Общая продолжительность	2 пары в неделю (2025-2026 учебный год)
Формат обучения	Практический курс с проектными работами
Преподаватель	Автор статьи – преподаватель, куратор, разработчик программы

Курс построен по принципу постепенного усложнения навыков от 2D к 3D и далее к физическому прототипированию:

Этап 1: 2D-моделирование (эскизирование и чертежи).

Этап 2: 3D-моделирование простых деталей.

Этап 3: сборка 3D-модели.

Этап 4: работа с слайсерами Creality Print и Prusa Slicer.

Этап 5: FDM-печать на Creality K1 Max.

Проектная деятельность школьников и научная презентация результатов

Весной 2026 года школьники работали над проектами в команде, по окончании курса было представлено 12 проектов от простых до сложных (табл. 2).

Табл. 2. Проекты

Тип проекта	Примеры	Сложность
Простые изделия	Брелоки, подставки для телефонов, боксы для ключей	Низкая – базовые 3D-операции
Архитектурные модели	Исаакиевский собор (упрощённая модель), Девичья башня в Стамбуле	Высокая – сборка нескольких элементов

Исаакиевский собор (упрощённая модель) (рис. 1) – пример сложного проекта:

- Проектирование: по доступным фотографиям в сети (без официальных чертежей).

- Ограничения: нет статуй и других сложных элементов оформления.

- Пропорции: возможны отличия в пропорциях и общем виде из-за отсутствия точных исходных данных.

- Материалы: пластик разных цветов (PLA, 4-5 цветов) для достижения подобия оригинала

- Сложность сборки: различных элементов (колонны, купола, основания, арки).



Рис. 1. Упрощённая модель Исаакиевского собора, напечатанная на Creality K1 Max из пластика разных цветов

Научная презентация результатов на конференциях

Ключевое дополнение к программе: школьники выступали с докладами на научно-практических конференциях: Всероссийская научно-практическая конференция «Современные технологии: проблемы и перспективы», Научно-практическая конференция для школьников и студентов «РОСТ`ОК», что позволило им не только создать физические проекты, но и оформить результаты в формате научной публикации.

Значение научной презентации для профориентации:

- Формирование научного мышления: школьники учились оформлять практические результаты в формате научной статьи.

- Повышение престижа инженерной деятельности: демонстрация, что инженерия – это не только производство, но и исследования.

- Развитие навыков презентации: умение говорить о своем проекте перед аудиторией аспирантов и студентов.

- Подтверждение эффективности программы: публикация в сборнике статей – внешний критерий качества работы.

Выявленные проблемы и ограничения

Отсутствие школьного курса черчения и недостаточные знания по геометрии привели к следующим проблемам, представленным в таблице 3.

Табл. 3. Проблемы и последствия

Проблема	Последствия
Нет взаимосвязи размеров	При сборке детали не совпадали – каждый участник работал в своем масштабе
Нет пространственного мышления	Школьники не могли визуализировать 3D-объект из 2D-эскиза, ошибки при проектировании сложных форм
Непонимание геометрических ограничений	Неправильное применение параллельности, перпендикулярности, касательности в эскизах
Ошибка при экспорте в STL	Искажение геометрии при конвертации из КОМПАС-3D в формат для печати

Пример проблемы при сборке модели Исаакиевского собора: когда каждый участник команды работал в своем масштабе (от 1:100, до 1:80), детали не совпадали при сборке. Колонны не вписывались в основание, купол не соответствовал диаметру барабана. Это потребовало повторного моделирования всех деталей в едином масштабе 1:100.

Анализ эффективности программы как инструмента профориентации

Практические результаты программы:

Ключевой результат 1: 5 выпускников 2025 года поступили в ФГАОУ «Севастопольский государственный университет» на инженерные направления после прохождения курса ранней конструкторской подготовки (табл. 4).

Это подтверждает эффективность программы как инструмента профориентации:

– Уровень конверсии: 5 из 30-40 участников (12,5-16,7%) выбрали инженерное образование.

– Долгосрочный эффект: поступление в вуз - прямое влияние на кадровый потенциал машиностроения.

– Снижение оттока: выпускники остаются в регионе (Севастополь) для обучения и будущей работы.

Ключевой результат 2: публикация докладов школьников в сборнике статей Всероссийской конференции «Современные технологии: проблемы и перспективы».

Ключевой результат 3: представление лучших докладов на конференции «РОСТ`ОК» в ФГАОУ «Севастопольский государственный университет».

Табл. 4. Проблемы кадрового обеспечения машиностроения и методы их решения через программу ранней профориентации

Проблема кадрового дефицита	Решение через раннюю профориентацию
Устаревшее образование – программы не соответствуют текущим технологиям на производстве	Обучение на современном оборудовании (KOMPAS-3D, Creality K1 Max, Creality Print, Prusa Slicer)
Потеря интереса молодежи к профессиям из-за низкого престижа и маленьких зарплат	Практическая проектная деятельность, создание физических объектов, научная публикация
Демографический спад и миграция – опытные специалисты уходят на пенсию, молодые переезжают в крупные города	Привлечение молодежи в инженерную отрасль через раннюю профориентацию, обучение в местном вузе
Нехватка думающих инженеров – не только количество, но и качество подготовки	Формирование конструкторского мышления, навыков 3D-проектирования, работы с слайсерами, научной презентации
Низкий уровень привлечения молодых кадров	Прямое сотрудничество вуза с школами, демонстрация перспектив отрасли, 5 выпускников поступили в инженерные направления

По завершении курса школьники освоили следующие навыки, критически важные для машиностроения:

1. Технические навыки: эскизирование и разработка чертежей в KOMPAS-3D; 3D-моделирование твердотельных объектов; создание 3D-сборок с геометрическими ограничениями; работа с слайсерами Creality Print и Prusa Slicer; FDM-печать на Creality K1 Max; постобработка напечатанных деталей.

2. Научные навыки: оформление практических результатов в формате научной статьи; подготовка и выступление с докладом на конференции; презентация проекта перед аудиторией аспирантов и студентов.

3. Профессиональные компетенции: конструкторское мышление (переход от идеи к физическому объекту); понимание полного цикла производства (CAD → слайсер → печать → сборка); командная работа и распределение ролей; решение инженерных задач (проектирование по фотографиям, подбор материалов, единый масштаб).

4. Личные качества: творческий подход к решению задач; Внимательность к деталям и точности; умение работать в команде; самостоятельность в проектной деятельности; навыки научной презентации и публикации.

Выводы и рекомендации

1. Обучение школьников 10 класса цифровому проектированию и 3D-печати помогает им выбрать инженерную профессию. В ходе курса ребята осваивают нужные на производстве навыки: работают в программе КОМПАС-3D, готовят модели к печати в слайсерах Creality Print и Prusa Slicer, печатают на 3D-принтере Creality K1 Max. У них развивается инженерное мышление – умение представить деталь в объеме и довести идею до готового изделия.

2. Программа построена так, чтобы шаг за шагом провести школьника через весь процесс создания детали: от плоского чертежа к объемной модели, затем к сборке, подготовке к печати и самой печати на 3D-принтере. В конце ребята обрабатывают готовые изделия. Так они видят полный цикл производства – от задумки до реальной вещи.

3. Школьники не просто печатали модели, но и представляли свои работы на научных конференциях. Они выступили на всероссийской конференции «Современные технологии: проблемы и перспективы» в Севастополе (апрель 2026 года), их статьи опубликовали в сборнике. Лучшие доклады также показали на конференции «РОСТ`ОК» в СевГУ.

4. Работа над проектами в командах показала, что школьники горят идеей и умеют сами решать сложные задачи. Всего они сделали 12 проектов – от простых брелоков до сложных архитектурных моделей, например, Исаакиевского собора и Девичьей башни в Стамбуле.

5. Главная трудность, с которой столкнулись в ходе программы, – это то, что в школах больше не преподают черчение, а знаний по геометрии у ребят не хватает. Из-за этого возникали проблемы: детали не совпадали по размерам при сборке (каждый делал в своем масштабе), школьникам было сложно представить объемную деталь по плоскому чертежу.

6. Практические результаты: 5 выпускников школ 2025 года поступили в ФГАОУ «Севастопольский государственный университет» на инженерные направления после прохождения курса, что подтверждает эффективность программы как инструмента профориентации (уровень конверсии 12,5-16,7%).

7. Освоение многоцветной печати на Creality K1 Max с APS модулем – перспективное направление развития программы, позволяющее упростить сборку различных элементов и повысить визуальное качество моделей через автоматическое изменение цвета.

Рекомендации для подобных программ: включить вводный модуль по черчению и геометрии (4-6 часов) перед началом 2D-эскизирования; включить модуль научной презентации: подготовка доклада, оформление статьи, выступление на конференции; защита проектов с критериями сложности, качества печати, визуального соответствия, точности сборки, качества научной презентации.

Список литературы

1. Черкесова А. 66% промышленных предприятий в России столкнулись с нехваткой инженеров и ИТ-специалистов – молодёжь идёт в бигтех // RB.ru: [Электронный

- ресурс]. – 2026. – 25 мая. – URL: <https://rb.ru/news/66-promyshlennyh-predpriyatij-v-rossii-stolknulis-s-nehvatkoj-inzhenerov-i-it-specialistov-molodyozh-idyot-v-bigteh/>
2. Обзор: В 2025 году темпы роста в машиностроении резко снизятся [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://riarating.ru/macroeconomics/20241216/630274541.html>.
 3. Кузнецова Е. В ручном режиме: как промышленность решает кадровый вопрос [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://companies.rbc.ru/news/EPR4XDsQ7R/v-ruchnom-rezhime-kak-promyishlennost-reshaet-kadrovyy-vopros/>.
 4. Тараховский А.Ю. Формирование графической грамотности старшеклассников через проектирование в КОМПАС-3D: интеграция 3D-моделирования и FDM-печати в образовательный процесс // Автоматизированное проектирование в машиностроении. – 2025. – №18. – С. 43-45. – DOI: 10.26160/2309-8864-2025-18-43-45.
 5. Тараховский А.Ю. Формирование нового поколения инженеров-конструкторов: интеграция 3D моделирования и аддитивных технологий в образовательные программы // Современные тенденции развития фундаментальных и прикладных наук: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, Брянск, 25 января 2025 года. – Брянск: Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2025. – С. 622-631.
 6. Шимаев Р. Будущее после школы: как поддержать подростка в выборе профессии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://объясняем.пф/articles/useful/kak-podderzhat-podrostka-v-vybore-professii/>.
 7. Букач Б.А., Тараховский А.Ю. Профориентационная работа со старшеклассниками // Актуальные проблемы совершенствования высшего образования: материалы XIII научно-методической конференции с международным участием, Ярославль, 22-23 марта 2018 года / Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова. – Ярославль: Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, 2018. – С. 227-228.

References

1. Cherkesova A. 66% of industrial enterprises in Russia face a shortage of engineers and IT specialists – young people are going into big tech // RB.ru: [Electronic resource]. – 2026. – May 25. – URL: <https://rb.ru/news/66-promyshlennyh-predpriyatij-v-rossii-stolknulis-s-nehvatkoj-inzhenerov-i-it-specialistov-molodyozh-idyot-v-bigteh/>
2. Review: Growth rates in mechanical engineering will sharply decline in 2025 [Electronic resource]. – Access mode: <https://riarating.ru/macroeconomics/20241216/630274541.html>.
3. Kuznetsova E. Manual mode: how industry is solving the personnel issue // RBC Companies [Electronic resource]. – Access mode: <https://companies.rbc.ru/news/EPR4XDsQ7R/v-ruchnom-rezhime-kak-promyishlennost-reshaet-kadrovyy-vopros/>.
4. Tarakhovsky A.Yu. Formation of graphic literacy in high school students through design in KOMPAS-3D: integration of 3D modeling and FDM printing into the educational process // Computer-Aided Design in Mechanical Engineering. 2025, no. 18, pp. 43-45. DOI: 10.26160/2309-8864-2025-18-43-45.
5. Tarakhovsky A.Yu. Formation of a new generation of design engineers: integration of 3D modeling and additive technologies into educational programs // Modern Trends in the Development of Fundamental and Applied Sciences: Proceedings of the VIII All-

- Russian Scientific and Practical Conference, Bryansk, January 25, 2025. – Bryansk: Bryansk State Engineering and Technology University, 2025. – P. 622-631.
6. Shimaev R. The future after school: how to support a teenager in choosing a profession [Electronic resource]. – Access mode: <https://объясняем.рф/articles/useful/kak-podderzhat-podrostka-v-vybore-professii/>.
 7. Bukach B.A., Tarakhovsky A.Yu. Career guidance work with high school students // Current Problems of Higher Education Improvement: Proceedings of the XIII Scientific and Methodological Conference with International Participation, Yaroslavl, March 22-23, 2018 / P.G. Demidov Yaroslavl State University. – Yaroslavl: P.G. Demidov Yaroslavl State University, 2018. – P. 227-228.

Тараховский Алексей Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Цифровое проектирование»	Tarakhovsky Aleksey Yurievich – candidate of technical sciences, associate professor, head of the Department of digital design
aytarakhovskiy@sevsu.ru	

Received 25.06.2026