



Ссылка на статью:

// Ученые записки УлГУ. Сер. Математика и информационные технологии. 2023, № 2, с. 114-120.

Поступила: 11.12.2023

Окончательный вариант: 11.12.2023

© УлГУ

УДК 65.011.56

## Использование САПР ТП ТехноПро при проектировании технологических процессов изготовления электронных модулей изделия авиационного приборостроения

Улюков А.С. , Евсеев А.Н.\*

[\\*evseev.evan@yandex.ru](mailto:evseev.evan@yandex.ru)

УлГУ, Ульяновск, Россия

---

Цель статьи заключается в обосновании актуальности и эффективности использования программного продукта САПР ТП ТехноПро в задачах по проектированию электронных модулей изделия авиационного приборостроения. В результате проведенного анализа определена необходимость, преимущества и основные особенности использования данного решения в рассматриваемых задачах. Полученные результаты могут быть полезны для современных предприятий, основным вектором развития которых является цифровизация производства и существенное повышение эффективности выполнения технологических операций.

*Ключевые слова:* проектирование, САПР ТП ТехноПро, электронный модуль, авиация, авиационное приборостроение, автоматизация

---

### Введение

В современной промышленной сфере актуализируется использование различных средств цифровых и информационных технологий. Использование таких инструментов позволяя повысить качество и эффективность выполнения технологических операций, а также снизить влияние человеческого фактора. Особенную актуальность своего использования набирают системы автоматического проектирования технологических процессов (САПР ТП) в авиационной сфере [1]. Авиация представляет собой ключевое направление развития экономики Российской Федерации, в связи с чем остро стоит вопрос, связанный с повышением качества и эффективности проектирования технологических процессов.

В рамках представленной работы освещается вопрос использования программного продукта САПР ТП ТехноПро при проектировании технологических процессов изготов-

ления электронных модулей изделия авиационного приборостроения. Автором выполняется обоснование актуальности и необходимости использования именно данного продукта путем выделения основных особенностей и преимуществ, а также основных отличий относительно аналоговых программных пакетов.

## Результаты и обсуждение

САПР ТП ТехноПро представляет собой программное обеспечение, разработанное для автоматизации процесса проектирования технологических систем и процессов. Данный программный пакет позволяет проектировать и оптимизировать различные виды технологических систем, включая производственные линии, конвейеры, роботизированные системы и другие [2]. Система предоставляет множество инструментов для моделирования и анализа процессов, таких как визуальное проектирование схем, расчеты энергетических параметров, анализ пропускной способности, оптимизация расположения оборудования и многое другое.

САПР ТП ТехноПро позволяет создавать трехмерные модели технологических систем, симулировать их работу, проводить виртуальные испытания и анализировать результаты. Таким образом, система помогает улучшить производительность, эффективность и надежность технологических процессов. Работа в САПР ТП ТехноПро обычно осуществляется через графический интерфейс, в котором пользователь может создавать и редактировать модели, задавать параметры и условия работы системы, запускать симуляции и анализировать результаты. Многие функции системы могут быть автоматизированы с помощью различных алгоритмов и инструментов [3]. Важно отметить, что САПР ТП ТехноПро является мощным инструментом для проектирования и оптимизации технологических процессов в авиационной сфере, который позволяет экономить время, ресурсы и снижать риски при разработке новых систем наряду с повышением экономической эффективности предприятий.

ТехноПро позволяет полностью автоматизировать технологический процесс подготовки производства, связанного с изготовлением электронных модулей авиационных изделий. В составе автоматизируемых частей также включено проектирование технологий, технологические и экономические отчеты, формирование документации и иное. Преимуществом использования ТехноПро перед своими аналогами является возможность использования базы конструкторской документации для ведения базы состава электронных модулей изделий и спецификаций предприятия.

На рис. 1 представлен пример технологической подготовки процесса изготовления электронных модулей изделия посредством использования продукта САПР ТП ТехноПро. Как видно из рис. 1, ТехноПро действительно предоставляет возможности комплексного проведения подготовки по таким направлениям, как проектирование технологических процессов и маршрутов, расчет технологических и экономических параметров, подбор оснащения, получение комплекта технической документации и иного [4]. Основным преимуществом использования рассматриваемого продукта является возможность полной ав-

томатизации каждого из данных процессов. Это, в свою очередь, существенно повышает техническую и экономическую эффективность авиационных предприятий, а также увеличивает надежность и безопасность изготавливаемых электронных модулей.



Рис. 1. Технологическая подготовка производства в ТехноПро

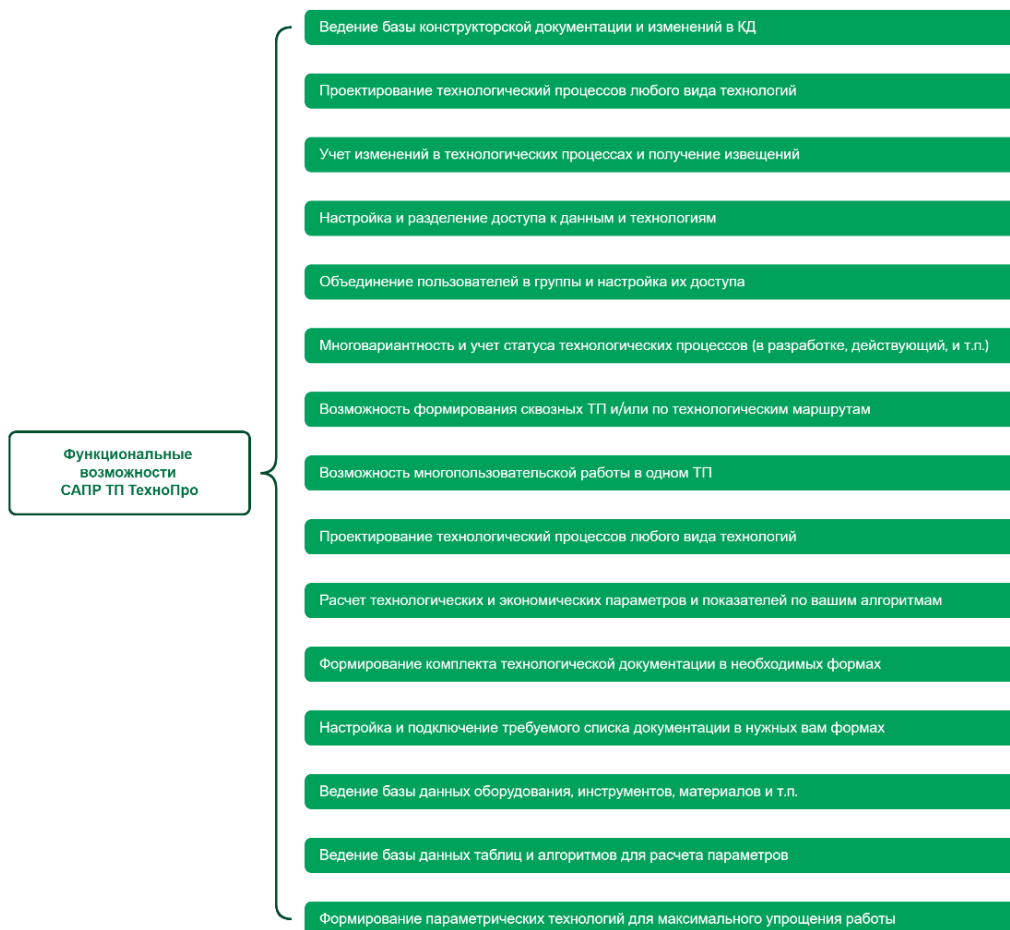


Рис. 2. Функциональные возможности САПР ТП ТехноПро

Важным аспектом использования САПР ТП ТехноПро в рассматриваемой сфере является возможность снизить затраты на проектирование. Благодаря автоматизации процессов, предприятие может сократить количество ошибок и повторных работ, что позволит значительно сэкономить время и расходы на проект. Кроме того, благодаря использованию готовых элементов и стандартных решений, инженерам не придется изобретать что-то заново, и они могут сосредоточиться на более сложных и важных задачах.

Также использование САПР ТП ТехноПро позволяет увеличить производительность работы. Благодаря автоматизации и оптимизации процессов, инженеры могут создавать более эффективные и надежные технологические схемы, что приводит к повышению эффективности производства и снижению потерь. Кроме того, возможность быстро и легко вносить изменения и модификации в проект также способствует увеличению гибкости и адаптивности предприятия к изменяющимся требованиям рынка [5]. На рис. 2 приведен результат систематизации основных функциональных возможностей анализируемого продукта, определяющих актуальность и необходимость его использования в рамках рассматриваемой задачи.

Помимо широких функциональных возможностей, САПР ТП ТехноПро имеет ряд объективных преимуществ относительно своих аналогов. На рис. 3 представлены основные преимущества при использовании ТехноПро.

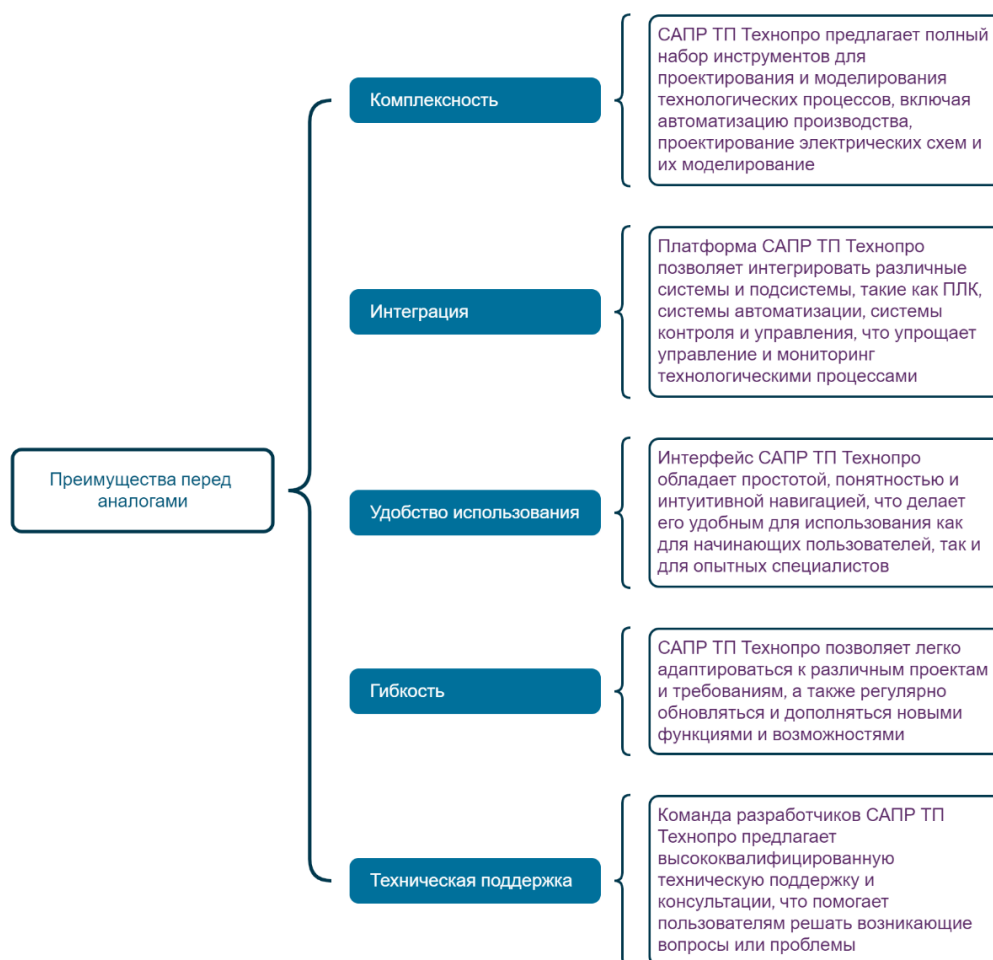


Рис. 3. Преимущества ТехноПро перед аналогами

Итак, САПР ТП ТехноПро является мощным инструментом, который предоставляет широкие возможности для проектирования и оптимизации технологических процессов изготовления электронных модулей в авиационном приборостроении. Рассматриваемый программный комплекс обладает высокой функциональностью, что позволяет проводить все этапы проектирования технологических процессов на одной платформе. Он позволяет проектировать схемы монтажа и сверления плат, размещать компоненты, проводить трехмерное моделирование сборочных единиц, а также создавать физическую модель процессов в производственном цехе [6]. Такое интегрированное решение позволяет сократить время и усилия, затрачиваемые на проектирование и внедрение технологических процессов.

Рассматриваемое программное решение обладает высокой точностью и надежностью при проведении симуляции технологических процессов. Он позволяет проводить виртуальные испытания и оптимизировать технологические параметры, такие как расположение компонентов, последовательность операций и время выполнения этих операций. Такой подход позволяет предвидеть и устранять возможные проблемы и дефекты в процессе производства, что значительно снижает риски и возможные потери. Также важно отметить, что САПР ТП ТехноПро обладает широкими возможностями для автоматизации производственных процессов [7]. Он позволяет разрабатывать автоматизированные линии сборки, программировать и управлять роботизированными системами, автоматически контролировать и калибровать оборудование. Все это способствует повышению производительности и качества производства электронных модулей, а также снижает количество ошибок и брака.

Основным преимуществом «ТехноПро» является возможность автоматического проектирования ТП и использования его совместно с диалоговым и полуавтоматическим проектированием. Поэтому для автоматического проектирования предлагаются базы «Общие технологические процессы» (ОТП): «Штамповка», «Термообработка», «Гальваника», «Литье», «Прессование», «Сварка», «Окраска», «Сборка печатных плат», «Полумуфты», «Статоры», «Диски», «Корпуса», «Валы», «Шестерни», «Заклепки», «Шпонки», «Трубы». Эти ОТП используются пользователями в качестве основы для создания баз, ориентированных на конкретное производство.

Помимо всего этого, ТехноПро обладает открытым интерфейсом, поэтому его можно легко интегрировать с другими программными приложениями, используемыми в авиационном приборостроении. Это позволяет эффективно обмениваться данными между различными системами и управлять всеми аспектами производства электронных модулей [8]. Во многом все вышеуказанные преимущества и возможности являются следствием базирования на более чем 20-летних собственных исследованиях разработчиков в области автоматизации подготовки производства.

## Заключение

Таким образом, основной целью представленной статьи являлось выполнение анализа относительно использования САПР ТП ТехноПро при проектировании технологических процессов изготовления электронных модулей в авиационном приборостроении. В результате работы актуализирована и доказана необходимость использования САПР ТП в промышленной сфере, а также акцентировано внимание на том, что для исходной задачи наиболее эффективным и оптимальным решением станет использование именно САПР ТП ТехноПро.

Представленные в рамках статьи функциональные возможности и ряд преимуществ относительно своих аналогов свидетельствуют о необходимости использования именно САПР ТП ТехноПро при проектировании технологических процессов в авиационном приборостроении. Представленные материалы могут быть использованы при выборе и обосновании инструмента автоматизированного проектирования не только на авиационных, но и других предприятиях, преследующих своей целью повышение качества и эффективности выполнения технологических операций.

## Список литературы

1. Сухих Н. Н., Рукавишников В.Л., Соколов О.А. Методы и средства снижения влияния человеческого фактора в гражданской авиации с использованием информационно-управляющих систем // *Автоматика на транспорте*. 2022. №1, с. 7-16.
2. Беседина И.П., Белякова А.П., Жабеева В.А. Анализ систем проектирование технологических процессов. необходимость адаптации САПР ТП к особенностям механической обработки деталей // *Теория и практика современной науки*. 2019. №1 (43), с. 141-147.
3. Злобин Е.П., Балякин А.В., Лифанов Н.Д., Будкина Е.А. Подготовительный этап адаптации САПР ТП вертикаль под аддитивное производство // *Известия ТулГУ. Технические науки*. 2022. №4, с. 239-245.
4. Гришин М.В., Лебедев А.В., Павлов П.Ю. Использование wave-технологий при проектировании технологического оснащения в авиации // *Известия Самарского научного центра РАН*. 2017. №4-2, с. 243-252.
5. Суздалева Е.А., Марченков А.О. САПР в авиастроении и проблемы, возникающие при переходе на безбумажное проектирование // *Вестник науки и образования*. 2019. №21-1 (75), с. 22-25.
6. Ширнин В.С. Актуальность современных систем автоматизированного проектирования // *Вестник науки*. 2019. №6 (15), с. 415-417.
7. Бехметьев В.И. Исследование прикладных особенностей системы автоматизированного проектирования технологических процессов «Вертикаль» в создании эффективных

технологий изготовления деталей самолетов // *Наука без границ*. 2020. №3 (43), с. 53-67.

8. Гришин М.В., Лебедев А.В., Михайлов С.А., Павлов П.Ю. Использование wave-технологий при проектировании сборочных приспособлений в авиации // *Известия Самарского научного центра РАН*. 2017. №1-2, с. 334-340.

## **Using TechnoPro TP CAD software to design technological processes for manufacturing aviation instrumentation electronic modules**

*Ulyukov, A.S., Evseev, A.N.* \*

\* [evseev.evan@yandex.ru](mailto:evseev.evan@yandex.ru)

Ulyanovsk State University, Russia

The purpose of the paper is to substantiate the relevance and efficiency of using the CAD software product TechnoPro in the tasks of designing electronic modules of aviation instrumentation products. As a result of the analysis the necessity, advantages and main features of using this solution in the considered tasks are determined. The obtained results can be useful for modern enterprises, whose main vector of development is digitalization of production and significant increase of efficiency of technological operations.

**Keywords:** *design, TP TechnoPro CAD, electronic module, aviation, aviation instrumentation, automation*