

## РАЗРАБОТКА ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САПР ЗАГОТОВОК КОМПРЕССОРНЫХ ЛОПАТОК

© 2024 И. Н. Хаймович<sup>1</sup>, А. С. Кутумов<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Самарский национальный исследовательский университет им. академика С. П. Королева, г. Самара, Россия

<sup>1</sup> Самарский университет государственного управления «Международный институт рынка», г. Самара, Россия

Статья посвящена разработке системы автоматизации проектирования заготовок и штампов для компрессорных лопаток авиационных двигателей, с акцентом на использование математических моделей в процессе проектирования. Особое внимание уделяется математическому моделированию компрессорных лопаток, что позволяет более точно описывать их геометрические и аэродинамические характеристики.

**Ключевые слова:** линейное расширение, алгоритм программы, структура программы, математические операции, САПР.

Математические модели выступают основой для генерации чертежей и формирования технологических процессов, что значительно ускоряет этапы разработки и повышает точность производимых изделий.

Благодаря интеграции математических и компьютерных технологий в проектирование можно оптимизировать конструкцию компрессорных лопаток авиационных двигателей, учитывая все необходимые требо-

вания к прочности и аэродинамике. Данный подход способствует как улучшению общего качества производимых компрессорных лопаток, так и снижению затрат на их изготовление.

Алгоритм программы для системы автоматизированного проектирования (САПР) заготовок компрессорных лопаток (КЛ) представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Алгоритм программы для САПР заготовок компрессорных лопаток

Структура всей программы в лингвистическом ключе показана на рисунке 2. В папке controller собраны контроллеры, которые отвечают за все взаимодействия на экране. В папке model, представлены конструкторы для создания объектов для каждого экрана, чтобы в дальнейшем приводить математические операции. В папке service представлены

отдельные классы для упрощения кода. Класс Application является основным классом приложения. С помощью него происходит запуск программы. В папке resources находятся вспомогательные элементы, такие как формы экранов, изображения, информация о шрифте и т.д. [3, 5].

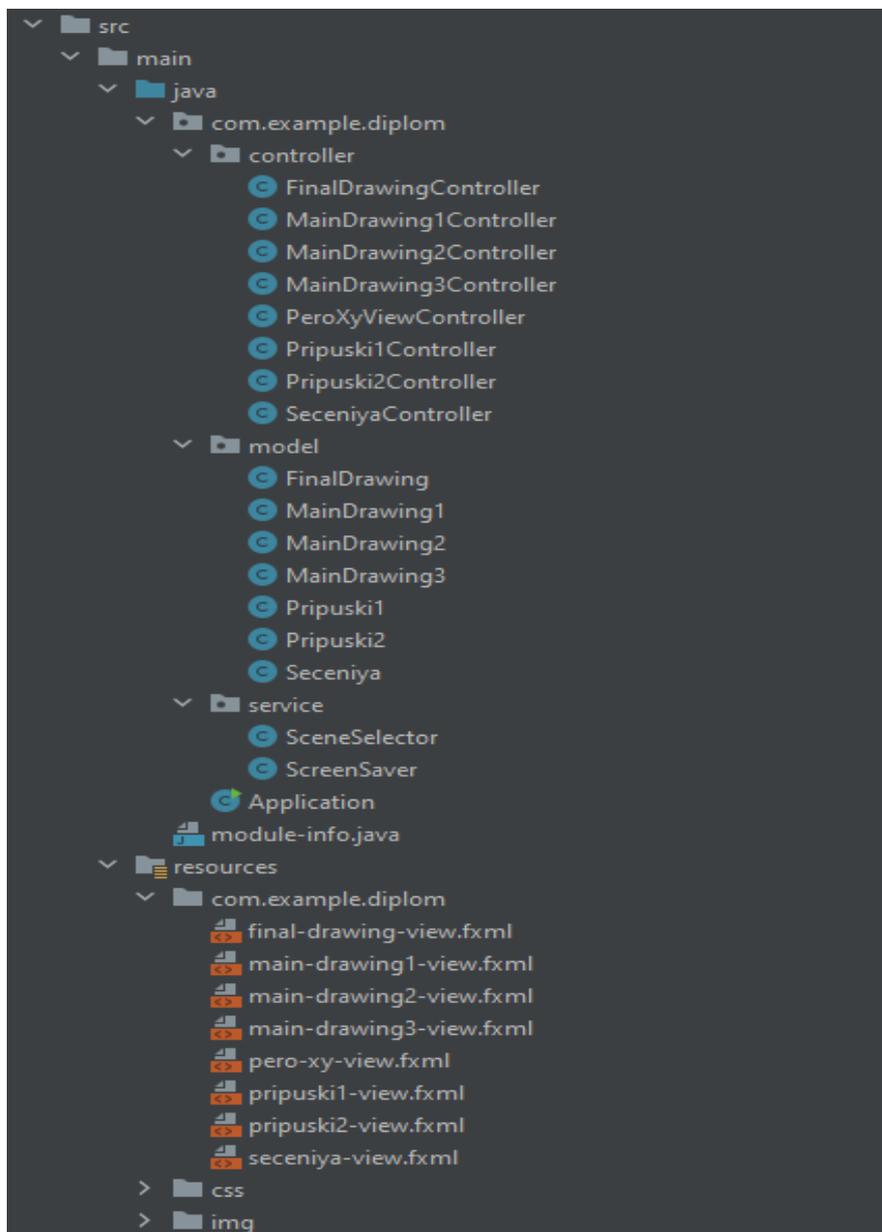


Рисунок 2 – Структура программы в лингвистическом ключе для САПР заготовок компрессорных лопаток

В первом блоке алгоритма происходит ввод исходных данных по компрессорной лопатке и припусков к ней. Ввод данных реализован в классе MainDrawing1Controller, MainDrawing2Controller, MainDrawing3Controller, Pripuski1Controller,

Pripuski2Controller, расположение формы и внешнее оформление для ввода данных реализовано в main-drawing1-view, main-drawing2-view, main-drawing3-view, pripuski1-view, pripuski2-view.

САПР берет данные с чертежа КЛ и рассчитывает размеры заготовки, а также строит его чертеж [1, 2].

Исходный чертеж КЛ, в котором установлены данные по лопатке (САК, CLK,  $\tau a y 3$ , СК5, СК7, СМЕ1, а, СРДК, СКК, РКР), представлен на рисунке 3.

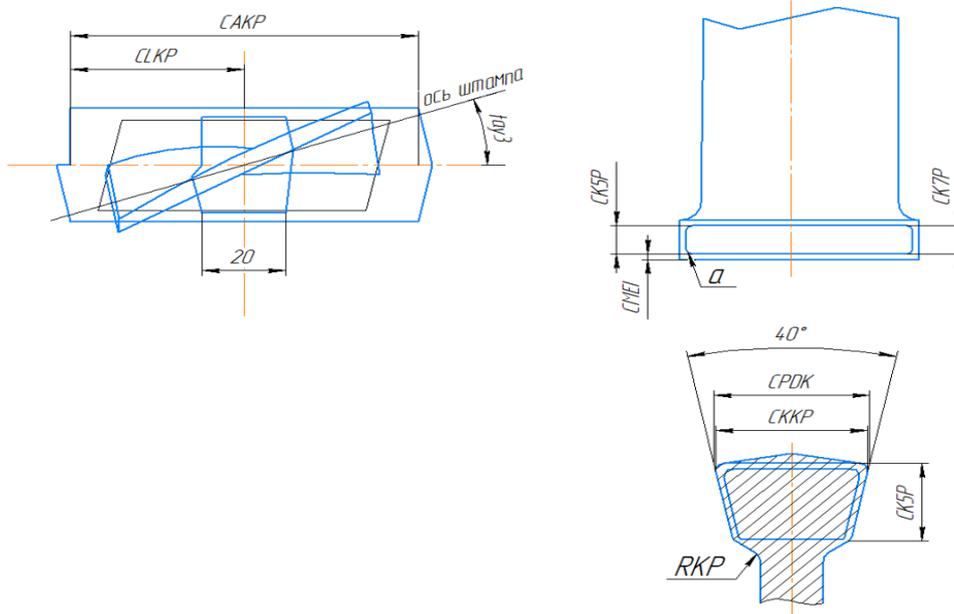


Рисунок 3 – Исходный чертеж детали

На рисунке 4 представлен ввод коэффициента линейного расширения, размеров САК, CLK и угла поворота  $\tau a y 3$ . Коэффици-

циент линейного расширения можно ввести вручную или выбрать из списка [1, 4]. Остальные данные вводятся аналогично.

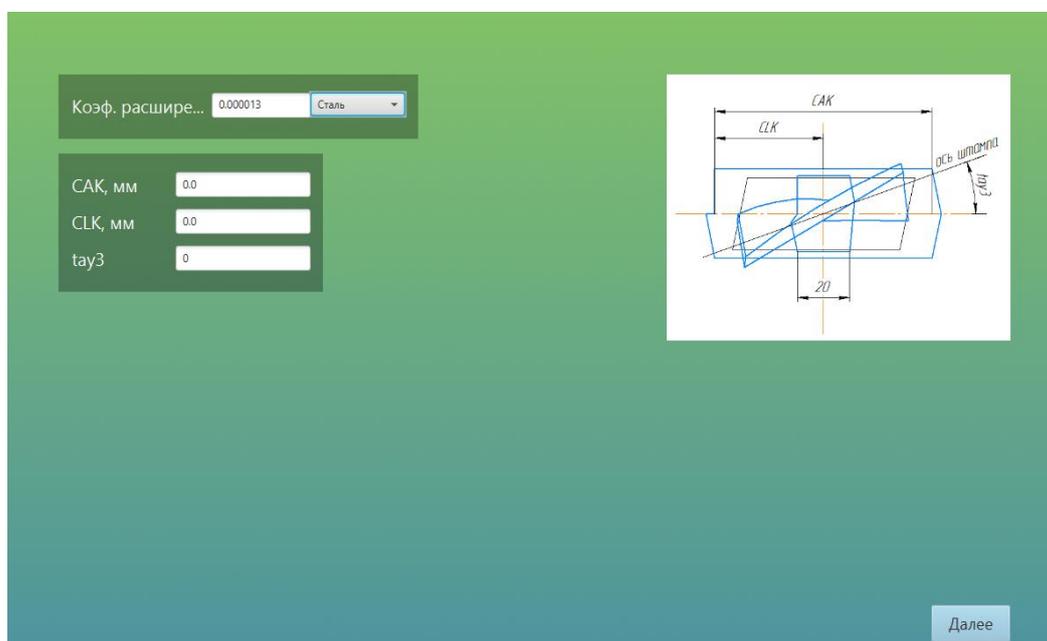


Рисунок 4 – Ввод коэффициента линейного расширения, размеров САК, CLK и угла поворота  $\tau a y 3$

На следующем экране программы (рис. 5) представлен ввод припусков на кромку, спинку и корыто лопатки [1, 5].

Рисунок 6 представляет экран программы с вводом данных по каждому сечению пера КЛ.

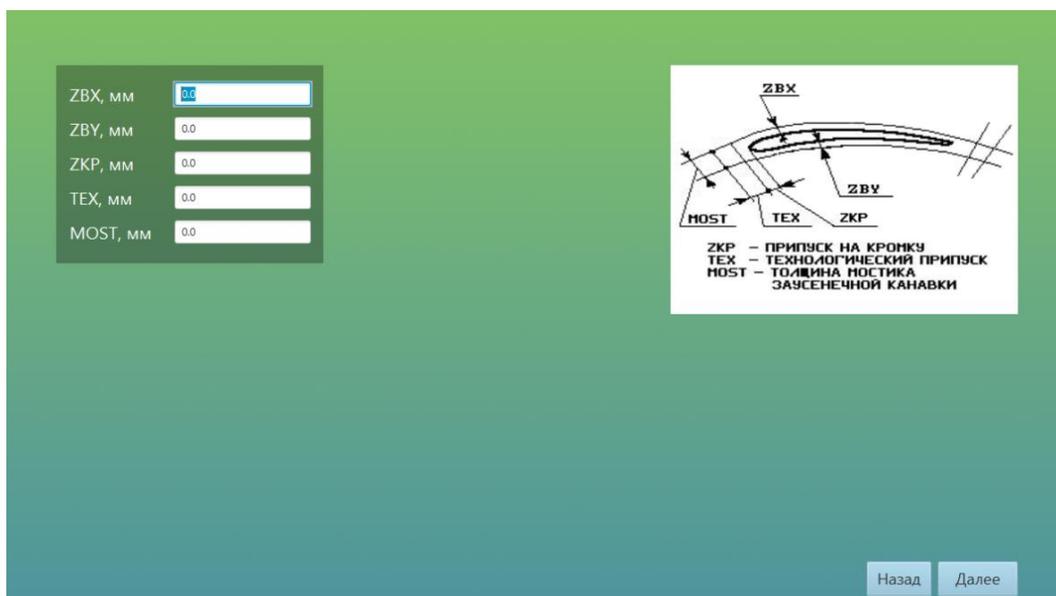


Рисунок 5 – Ввод припусков на кромку, спинку и корыто компрессорной лопатки



Рисунок 6 – Ввод данных по каждому сечению пера компрессорной лопатки

После тестирования лингвистического и программного обеспечения САПР на финальном экране программы получаем ре-

зультат в виде чертежа с рассчитанными размерами поковки компрессорной лопатки с учетом припусков [2, 4] (рис. 7).

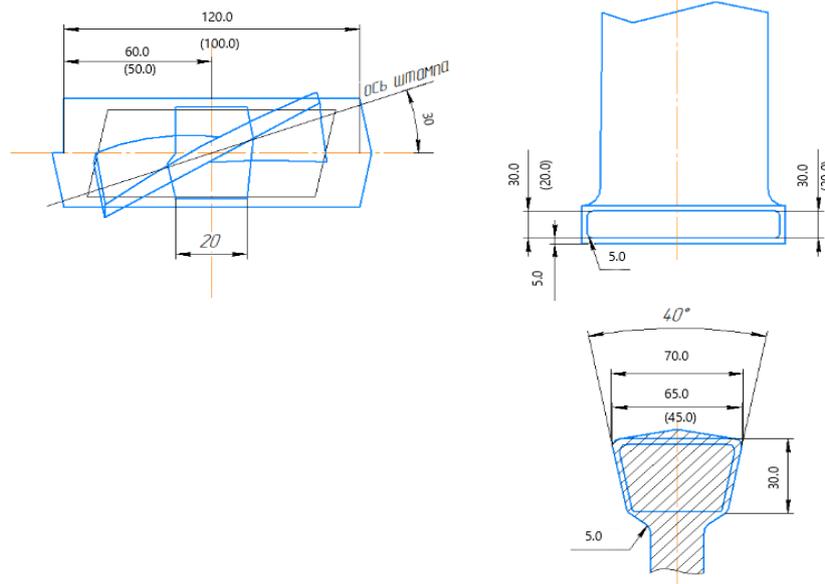


Рисунок 7 – Итоговый чертеж с размерами поковки компрессорной лопатки

Таким образом, была реализована система автоматизированного проектирования (САПР) для заготовок компрессорных лопаток, способная генерировать чертежи на

основании параметров, извлеченных из поковок, используя данные, получаемые из исходного конструкторского чертежа.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Хаймович И. Н. Разработка методики оптимизации параметров штампов компрессорных лопаток авиационных двигателей // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 4. С. 214-219.
2. Хаймович И. Н. Автоматизация проектирования заготовок и штампов компрессорных лопаток авиационных двигателей (метод, алгоритмы, системы): монография Самара: СНЦ РАН, 2014. 139 с.
3. Богуслаев В. А. Технологическое обеспечение эксплуатационных характеристик деталей ГТД. Лопатки компрессора и вентилятора: монография. Ч. 1. Запорожье: «Мотор Сич», 2003. 396 с.
4. Князев Я. О. Разработка технологии штамповки поковок компрессорных лопаток авиационных газотурбинных двигателей из титанового сплава: дис. ... канд. техн. наук / Я. О. Князев. М., 2014. 122 с.
5. Соломенцева Ю. М. Автоматизированное проектирование и производство в машиностроении / Ю. М. Соломенцева, В. Г. Митрофанова. М.: Машиностроение, 2006. 256 с.

### DEVELOPMENT OF LINGUISTIC AND CAD SOFTWARE COMPRESSOR BLADES BLANKS

© 2024 Irina N. Khaimovich<sup>1</sup>, Anton S. Kutumov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Samara National Research University named after academician S. P. Korolev, Samara, Russia

<sup>1</sup> Samara University of Public Administration  
“International Market Institute”, Samara, Russia

The article is devoted to the development of an automation system for the design of blanks and dies for aircraft engine compressor blades, with an emphasis on the use of mathematical models in the design pro-

cess. Particular attention is paid to mathematical modeling of compressor blades, which makes it possible to more accurately describe their geometric and aerodynamic characteristics.

**Keywords:** linear expansion, program algorithm, program structure, mathematical operations, CAD.