



А. В. Половинкин, К. С. Кульга

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ CAFD-СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАНОЧНЫХ ПРИСОСОБЛЕНИЙ

(Уфимский государственный авиационный технический
университет)

Актуальность проблемы. Проектирование специальных станочных приспособлений (ССП) для изготовления деталей и сборочных единиц (ДСЕ) авиационных двигателей обладает следующими особенностями: 1) обеспечение высокой точности изготовления ДСЕ; 2) сложность и разнообразие конструкций ДСЕ. Это приводит к ограничениям применения универсальных СП, а также к необходимости проектирования множества видов СП и усложнению их конструкций; 3) использование разнообразных технологий изготовления ДСЕ. Это обуславливает разнообразие применяемых конструкций СП; 4) применение труднообрабатываемых материалов ДСЕ. Например, при механической обработке ДСЕ, возникают значительные силы резания, которые повышают требования к жёсткости и прочности СП, а также усложняют конструкцию СП.

Анализ существующих бизнес-процессов (БП) проектирования и изготовления ССП выявил преобладание рутинных функций при проектировании ССП, осуществляемых с помощью базовых возможностей локального программного обеспечения (ПО) *CAFD*-систем, что приводит к увеличению себестоимости изготовления ССП для ДСЕ изделий. Таким образом, актуальной является задача создания и экспериментальной апробации на предприятиях ПО *CAFD* (*Computer-Aided Fixture Design*)-системы, предназначенной для автоматизации структурного синтеза конструкций ССП для механической обработки ДСЕ изделий.

Цель: разработка моделей и методов создания ПО *CAFD*-системы, предназначенной для автоматизации структурного синтеза конструкций ССП для механической обработки ДСЕ изделий.

Теоретическая часть. Разработка ПО *CAFD*-системы для проектирования ССП осуществлялась на основе методологии, подробно описанной в монографии [1].

Функциональная модель (ФМ) *CAFD*-системы. Объектно-ориентированная ФМ предназначена для формализованного описания результатов реинжиниринга существующих БП проектирования и изготовления ССП, функциональных и нефункциональных требований к ПО *CAFD*-системы, прямой и обратной задач автоматизированного структурного синтеза конструкции ССП, а также структуры и этапов создания ПО *CAFD*-системы [1].

Постановка *прямой задачи*: на основе конструкторской документации (чертежа или *3D*-модели) ДСЕ и технологических данных изделия синтезировать *3D*-модель, сборочный чертеж и спецификацию ССП.



Постановка *обратной задачи*: на основе конструкторской документации (КД) ДСЕ и технологических данных изделия, а также 3D-модели, сборочного чертежа и спецификации ССП, синтезировать 3D-модели и КД для ДСЕ ССП, обеспечивающих требования сборочного чертежа ССП.

Математическая модель САFD-системы. Математическое обеспечение САFD-системы отличается реализацией предложенных математических моделей и методов для автоматизации решения прямой и обратной задач автоматизированного структурного синтеза конструкций ССП.

Совокупность свойств конструкций ССП в минимальной форме можно представить в следующем виде:

$$S = \{U_i, \overline{G}_i, M_i\}_{i=1}^n, \quad (1)$$

где U_i , \overline{G}_i , M_i – соответственно, подмножество конструктивных элементов (КЭ) ССП, вектор пространственных характеристик ССП, подмножество размерных и расчётных характеристик ССП, n – число КЭ в ССП [2].

Математическая модель решения *обратной задачи* автоматизированного структурного синтеза конструкции ССП заключается в нахождении множества C технических характеристик ДСЕ ССП, обеспечивающих требования сборочного чертежа ССП:

$$C = \{D, T, Ra, Td, M\}, \quad (2)$$

где D – множество размерных характеристик ДСЕ ССП; T – множество допусков формы и расположения поверхностей ДСЕ ССП; Ra – множество шероховатостей поверхностей ДСЕ ССП; Td – множество технических требований ДСЕ ССП, M – множество материалов ДСЕ ССП [2].

Информационная модель САFD-системы. При автоматизированном проектировании ССП ПО САFD-системы *Stalker MTA* реализует запросы к разработанной базе данных (БД) стандартных изделий и конструктивных элементов САD-системы *КОМПАС-3D* (рисунок 1).

Предложенные модели и методы использовались при создании ПО САFD-системы.

Базовые информационные технологии САFD-системы. На этом этапе методологии [1] разработано ПО системы САFD *Stalker MTA*, включая использование возможностей менеджера библиотек и API-функций САD-системы *КОМПАС-3D* [3].

Рассмотрим пример автоматизированного проектирования ССП «Кондуктор», предназначенного для механической обработки детали тина «Корпус» на вертикально-сверлильном станке с помощью ПО системы САFD *Stalker MTA* (таблица 1).

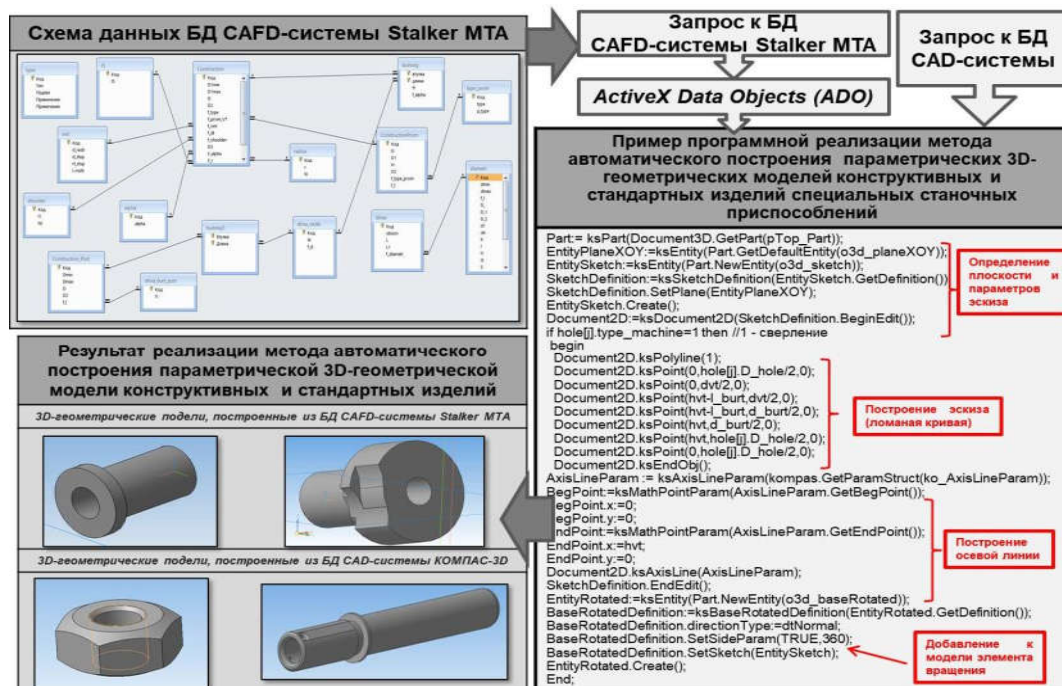


Рисунок 1 – Фрагмент схемы данных БД системы *CAFD Stalker MTA*

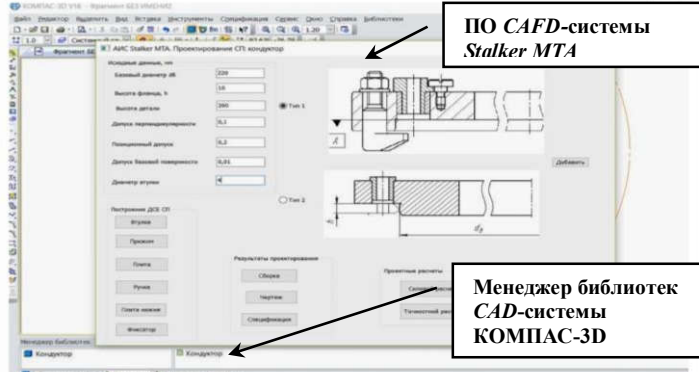
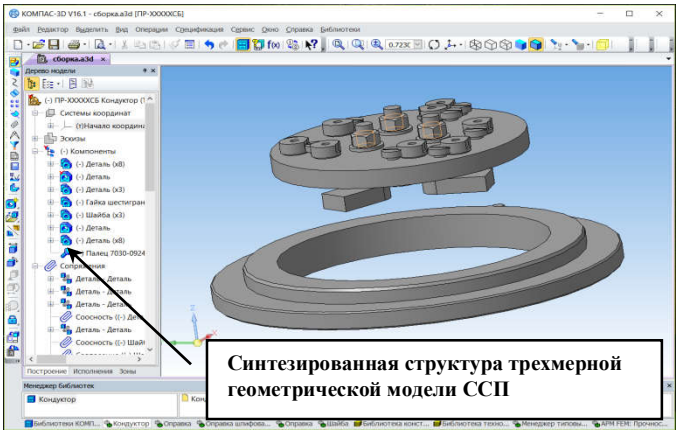
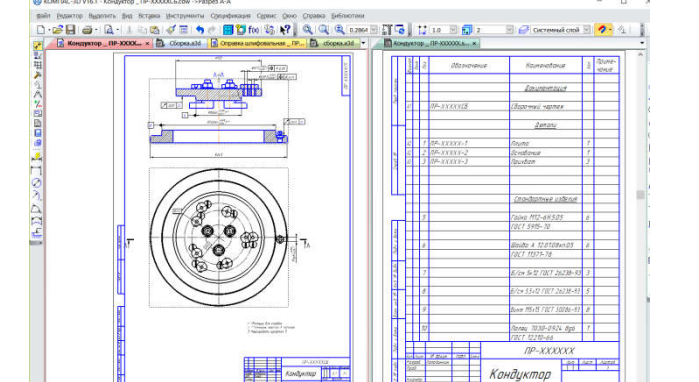
Разработанное ПО системы *CAFD Stalker MTA* функционирует на основе использования единой базы данных ИАИС предприятия, в которой хранятся исходные и результирующие наборы данных технической подготовки и управления производством.

Практическая апробация разработанных моделей и методов. Эффективность применения ПО системы *CAFD Stalker MTA* оценивалась с помощью оценки сокращения затрат времени для решения прямой и обратной задач автоматизированного структурного синтеза конструкций различных видов ССП, включая проектирование, согласование и формирование комплекта КД для ССП в соответствии с требованиями ЕСКД [4]. Результаты экспериментальных исследований ПО системы *CAFD Stalker MTA* приведены на рисунке 2.

Закключение. На основе предложенных моделей и методов разработано программное обеспечение *CAFD-системы Stalker MTA*, отличающееся реализацией автоматизированного структурного синтеза конструкций ССП. Экспериментальные исследования и практическая апробация *CAFD-системы Stalker MTA* позволили получить следующий результат: снижение времени на проектирование и формирование комплекта КД на величину до 96%.



Таблица 1 – Базовые информационные технологии ПО *CAFD Stalker MTA*

№ п.п.	Описание базовой информационной технологии	Реализация базовой информационной технологии																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1.	<p>Препроцессор. Интеграция системы <i>CAFD Stalker MTA</i> и <i>CAD</i>-системы КОМПАС-3D на уровне управления и наборов данных.</p>	 <p>ПО <i>CAFD</i>-системы <i>Stalker MTA</i></p> <p>Менеджер библиотек <i>CAD</i>-системы КОМПАС-3D</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
2.	<p>Процессор. Автоматизированный структурный синтез конструкции ССП на основе разработанного программно-математического обеспечения:</p> <p>2.1. Размерных, точностных, силовых, и жесткостных расчётов ССП;</p> <p>2.2. Автоматического построения параметрических 3D-геометрических моделей ДСЕ ССП.</p>	 <p>Синтезированная структура трехмерной геометрической модели ССП</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
3.	<p>Постпроцессор. Автоматическое построение в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации (ЕСКД):</p> <p>3.1. Сборочного чертежа ССП и спецификации;</p> <p>3.2. Чертежи деталей ССП.</p>	 <p>Сборочный чертеж ССП и спецификация</p> <table border="1" data-bbox="1085 1254 1404 1590"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>Обозначение</th> <th>Кол-во</th> <th>Ссылка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Система кондуктор</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Палец 7030-0924</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Шайба</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Гайка шестигранная</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>33</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>34</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>36</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>37</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>38</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>39</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>42</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>43</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>44</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>46</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>47</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>48</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>49</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>51</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>52</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>53</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>54</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>55</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>56</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>57</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>58</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>59</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>61</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>62</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>63</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>64</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>65</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>66</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>67</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>68</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>69</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>71</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>72</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>73</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>74</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>75</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>76</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>77</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>78</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>79</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>81</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>82</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>83</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>84</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>85</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>86</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>87</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>88</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>89</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>91</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>92</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>93</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>94</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>95</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>96</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>97</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>98</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>99</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>Деталь</td> <td>1</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	№	Обозначение	Кол-во	Ссылка	1	Система кондуктор	1		2	Палец 7030-0924	1		3	Шайба	1		4	Гайка шестигранная	1		5	Деталь	1		6	Деталь	1		7	Деталь	1		8	Деталь	1		9	Деталь	1		10	Деталь	1		11	Деталь	1		12	Деталь	1		13	Деталь	1		14	Деталь	1		15	Деталь	1		16	Деталь	1		17	Деталь	1		18	Деталь	1		19	Деталь	1		20	Деталь	1		21	Деталь	1		22	Деталь	1		23	Деталь	1		24	Деталь	1		25	Деталь	1		26	Деталь	1		27	Деталь	1		28	Деталь	1		29	Деталь	1		30	Деталь	1		31	Деталь	1		32	Деталь	1		33	Деталь	1		34	Деталь	1		35	Деталь	1		36	Деталь	1		37	Деталь	1		38	Деталь	1		39	Деталь	1		40	Деталь	1		41	Деталь	1		42	Деталь	1		43	Деталь	1		44	Деталь	1		45	Деталь	1		46	Деталь	1		47	Деталь	1		48	Деталь	1		49	Деталь	1		50	Деталь	1		51	Деталь	1		52	Деталь	1		53	Деталь	1		54	Деталь	1		55	Деталь	1		56	Деталь	1		57	Деталь	1		58	Деталь	1		59	Деталь	1		60	Деталь	1		61	Деталь	1		62	Деталь	1		63	Деталь	1		64	Деталь	1		65	Деталь	1		66	Деталь	1		67	Деталь	1		68	Деталь	1		69	Деталь	1		70	Деталь	1		71	Деталь	1		72	Деталь	1		73	Деталь	1		74	Деталь	1		75	Деталь	1		76	Деталь	1		77	Деталь	1		78	Деталь	1		79	Деталь	1		80	Деталь	1		81	Деталь	1		82	Деталь	1		83	Деталь	1		84	Деталь	1		85	Деталь	1		86	Деталь	1		87	Деталь	1		88	Деталь	1		89	Деталь	1		90	Деталь	1		91	Деталь	1		92	Деталь	1		93	Деталь	1		94	Деталь	1		95	Деталь	1		96	Деталь	1		97	Деталь	1		98	Деталь	1		99	Деталь	1		100	Деталь	1	
№	Обозначение	Кол-во	Ссылка																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1	Система кондуктор	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
2	Палец 7030-0924	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
3	Шайба	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
4	Гайка шестигранная	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
5	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
6	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
7	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
8	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
9	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
10	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
11	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
12	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
13	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
14	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
15	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
16	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
17	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
18	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
19	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
20	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
21	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
22	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
23	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
24	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
25	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
26	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
27	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
28	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
29	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
30	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
31	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
32	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
33	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
34	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
35	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
36	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
37	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
38	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
39	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
40	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
41	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
42	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
43	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
44	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
45	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
46	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
47	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
48	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
49	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
50	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
51	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
52	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
53	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
54	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
55	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
56	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
57	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
58	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
59	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
60	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
61	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
62	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
63	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
64	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
65	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
66	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
67	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
68	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
69	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
70	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
71	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
72	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
73	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
74	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
75	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
76	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
77	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
78	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
79	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
80	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
81	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
82	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
83	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
84	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
85	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
86	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
87	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
88	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
89	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
90	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
91	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
92	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
93	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
94	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
95	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
96	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
97	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
98	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
99	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
100	Деталь	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

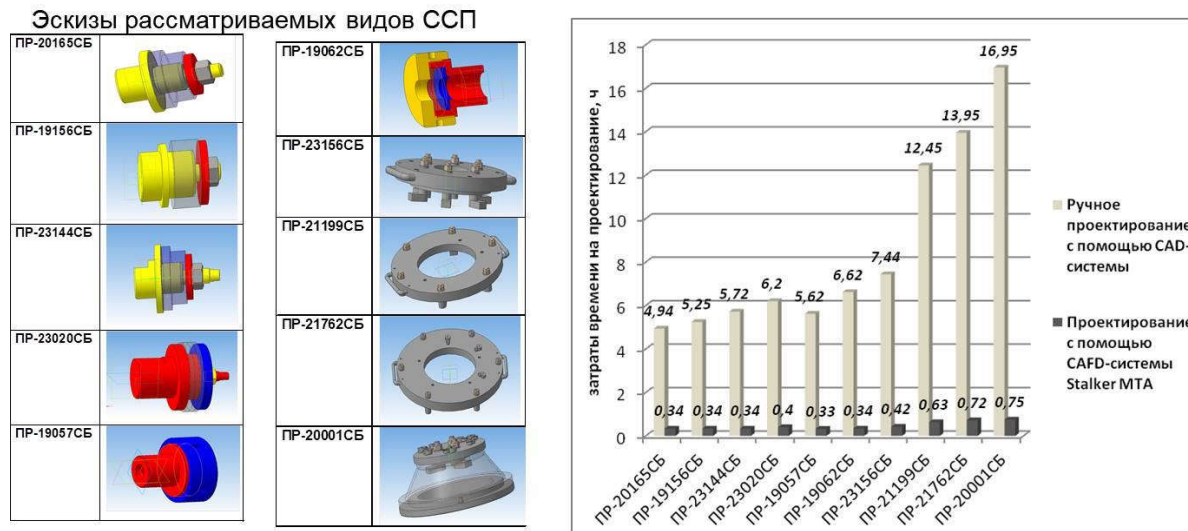


Рисунок 2 – Затраты времени на ручное проектирование ССП и с помощью ПО САFD- системы *Stalker MTA*

Литература

1. Модели и методы создания интегрированной информационной системы для автоматизации технической подготовки и управления авиационным и машиностроительным производством / Кульга К. С., Кривошеев И. А. – М.: Машиностроение. – 2011. – 377 с.
2. Половинкин, А.В. Автоматизация структурного синтеза конструкций специальных станочных приспособлений для механической обработки: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.13.12 / Половинкин Алексей Владимирович. – Оренбург, 2018. – 17 с.
3. Компания АСКОН [Электронный ресурс] // Комплексные решения для машиностроения. – Режим доступа: <http://www.ascon.ru> – Проверено 12.05.2019.
4. Типовых нормативов времени на разработку конструкторской документации. ШИФР 13.01.01 (утв. Минтрудом России 07.03.2014 N 003).

Г.А. Саитова, А.В. Елизарова, Б.А. Фаттахов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛИ ТРД

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Турбореактивный двигатель (ТРД) – это сложная система, которой практически полностью управляет «умная» автоматика. Пилот задает необходимую «тягу» с помощью одного только рычага, тогда как «электронная система управления», оперируя показаниями многочисленных датчиков и задавая команды на исполнительные механизмы выполняет остальную работу, подбирая параметры работы двигателя на нужные показатели тяги [2].

На сегодняшний день интенсивно развивается направление, связанное с интеллектуализацией методов обработки и анализа данных. Интеллектуальные