



УДК 658.512.2

А.А. Дерябин  
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный  
технический университет им. Г.И. Носова»  
г. Магнитогорск, Россия  
E-mail: Traik2112@mail.ru  
Дата поступления 23.07.2021

## МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ С УЧЕТОМ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКЦИИ

### Аннотация

В статье рассматривается методика проектирования промышленных изделий с учетом жизненного цикла продукции. В качестве методологической основы процесса проектирования выступает проектно-процессный подход. Разработана модель процесса проектирования, позволившая определить стадии проектирования грузозахватных приспособлений и установить их взаимосвязи.

**Ключевые слова:** методика, проектирование, жизненный цикл изделия, проектирование грузозахватных приспособлений.

Процесс проектирования является стратегически важным процессом в деятельности человека и в большей мере это касается машиностроительной промышленности. Стоящие перед российской промышленностью задачи по модернизации производств определяют спрос на услуги по проектированию и созданию новых продуктов, совершенствованию технологий, расширению имеющихся мощностей. Для обеспечения достижения заявленных целей социально-экономического развития Российской Федерации, как инструмент преобразования промышленных производств, инжиниринг и промышленный дизайн на сегодняшний день являются самыми актуальными [1]. *Инжиниринг* - это научно-техническое сопровождение процесса поиска, разработки, изготовления и обслуживания машиностроительной продукции на основе совокупности знаний в областях технологии, экономики, организации производства, маркетинга, экологии и других прикладных наук [2]. *Промышленный дизайн*, представляет собой художественное и объемно-функциональное конструирование объектов [3]. *Жизненный цикл изделия* – это определенный промежуток времени времени, начинающийся с начала разработки изделия и заканчивающийся с вывода изделия из эксплуатации [4].

Анализ существующих моделей жизненного цикла изделий позволил определить этапы жизненного цикла промышленного изделия, а также установить их взаимосвязи: 1) *идея, потребность*; 2) *техническое задание*; 3) *проектирование*; 4) *конструирование*; 5) *производство*; 6) *сбыт*; 7) *эксплуатация*; 8) *утилизация*; 9) *влияние спроектированного объекта на окружающий мир*. Модель жизненного цикла промышленного изделия, представлена нами на рисунке 1.

Учитывая сущность процесса проектирования и этапы жизненного цикла промышленного изделия, а также требований стандартов единой системы конструкторской документации нами были определены следующие стадии проектирования: 1) *идея, потребность* 2) *составление технического задания*; 3) *разработка технического предложения*; 4) *разработка проектной концепции*; 5) *разработка технического проекта*; 6) *разработка конструкторской документации*; 7) *изготовление изделия*; 8) *доведения до потребителя*; 9) *сервис и обслуживание*; 10) *утилизация*. При проектировании промышленных изделий необходимо также учитывать требования, которым изделие должно соответствовать: эксплуатационные, социальные, экономические, технологические и производственные [5].

В настоящее время во все сферы деятельности человека в соответствии с требованиями стандартов ИСО осуществляется внедрение системы менеджмента качества, направленной на повышение качества выпускаемой продукции или оказываемых услуг. Реализация системы менеджмента

качества, осуществляется на основе проектного подхода, но так как проектирование промышленных изделий представляет собой процесс, то в связи с этим необходимо рассмотреть проектирование с позиции проектно-процессного подхода [6].

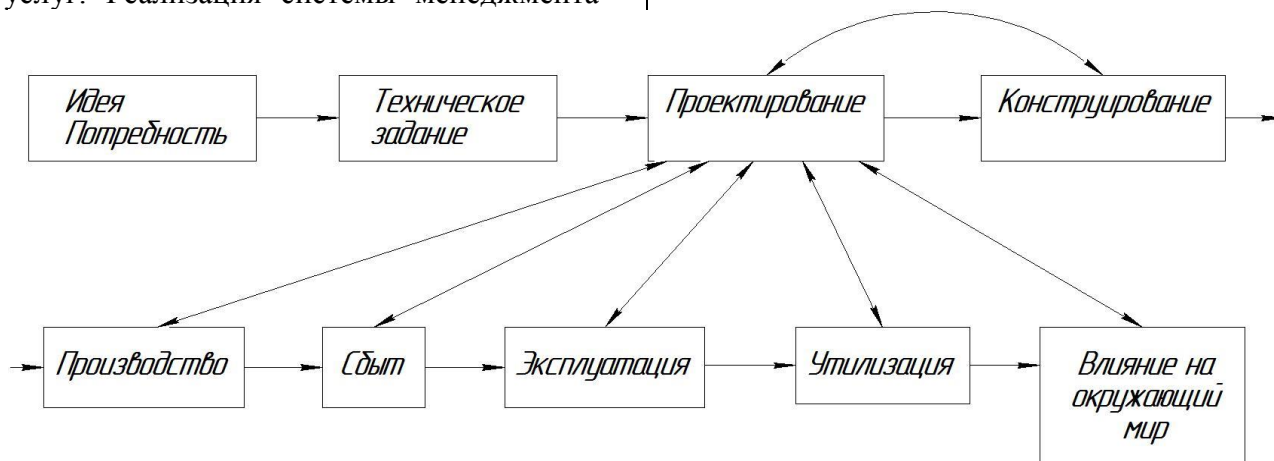


Рисунок 1. Модель жизненного цикла промышленного изделия

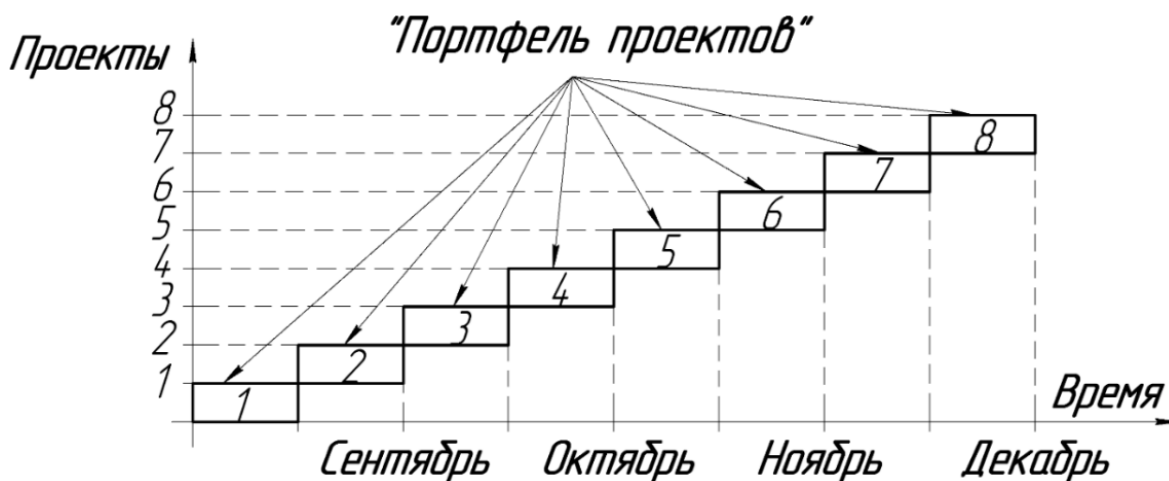


Рисунок 2. Схема процесса проектирования промышленных изделий с позиции проектно-процессного подхода

Проектно-процессный подход является интеграцией двух подходов – проектного и процессного, соответственно включает в себя признаки как одного, так и другого подходов. «...если использовать эти подходы грамотно, то они только дополняют и усиливают, а не исключают друг друга» [7].

*Проектно-процессный подход* – это совокупность взаимосвязанных проектов, реализуемых в рамках процесса. Сущность проектно-процессного подхода заключается в том, что в целом процесс рассматривается как группа проектов, направленных

на достижение запланированного результата [8, 9]. Структурным компонентом процесса является проект, но, как отмечалось выше, проектный и процессный подходы не только взаимодействуют, но и взаимопроникают, то согласно этому, проект одновременно может являться и процессом, внутри которого заключены различные виды деятельности, осуществляемые в управляемых условиях [8, 10].

С позиции проектно-процессного подхода, проектирование в целом рассматривается как процесс. Процесс – это совокупность технологических операций, осу-

существляющих регулярную, повторяющуюся, циклическую деятельность, выпуская одну и ту же продукцию. Процесс проектирования представляет собой совокупность взаимосвязанных проектов, заключенных в фиксированном интервале времени, осуществляемых в управляемых условиях. Процесс проектирования промышленных изделий мы разбили на отдельные завершённые циклы, которые впоследствии рассматривали, как проекты. Проект – это целенаправленное изменение некоторой системы, протекающее во времени [5, 8].

Таким образом, процесс проектирования промышленных изделий представляет собой группу проектов, которые в совокупности образуют «Портфель проектов», рисунок 2 [8].

Согласно, ГОСТ 2.103-2013 определены следующие стадии проектирования: 1) Разработка технического предложения; 2) Разработка эскизного проекта; 3) Разработка технического проекта; 4) Разработка конструкторской документации (КД) опытного образца изделия; 5) Разработка КД на изделие серийного (массового) производства; 6) Разработка КД на изделие единичного производства [11]. В зависимости от стадий проектирования и поставленных задач, применяют различные методы проектирования. Метод проектирования – это пути и способы достижения целей и решения задач, наиболее актуальных в контексте данного проекта [12].

Руководствуясь положениями проектно-процессного подхода, учитывая сущность процесса проектирования и этапы жизненного цикла промышленного изделия, а также требований стандартов ЕСКД нами были определены стадии проектирования промышленного изделия: 1). Составление технического задания; 2) Разработка технического предложения; 3) Разработка проектной концепции; 4) Разработка технического проекта; 5) Разработка конструкторской документации; 6) Изготовление изделия; 7) Доведение до потребителя; 8) Сервис и обслуживание; 9) Утилизация. Так же была разработана модель процесса проектирования грузозахватных приспособлений, рисунок 3.

Модель разрабатывалась с целью изучения процесса проектирования и установления взаимосвязей рассматриваемого процесса. «Моделирование – это метод исследования объектов познания на их моделях; построение и изучение моделей реально существующих предметов и явлений конструируемых объектов для определения либо улучшения их характеристик, либо рационализации способов их построения и управления» [13].

Модель процесса проектирования промышленных изделий представлена на рисунке 3.

На основе разработанной методики было выполнено проектирование и изготовление грузозахватного устройства подъема и перемещения рулонов листового металла, рисунок 4.

Данная методика позволяет выявить ошибки, допущенные на ранних стадиях проектирования. Ниже приведены расчеты финансовых затрат на исправление ошибки допущенных на разных стадиях проектирования.

Финансовые затраты на исправление ошибки, в зависимости от стадии на которой могла быть выявлена ошибка определяем по формуле:

$$S_n = \tau_n \cdot p_n \cdot k_{ам} \cdot k_{дс}, \quad (1)$$

где,  $\tau_n$  – затраты времени на исправление ошибки на n-ой стадии проектирования,  $p_n$  – средняя стоимость одного часа работы,  $k_{ам}$  – коэффициент учитывающий амортизационные отчисления (1,18),  $k_{дс}$  – коэффициент учитывающий добавленную стоимость (1,3).

Ошибка выявлена на стадии разработки технического предложения.

Вычисляем финансовые затраты на исправление ошибки в ТЗ, обнаруженной по завершению стадии № 2 разработка технического предложения, по формуле (1):

$$S_2 = 8 \cdot 240 \cdot 1,18 \cdot 1,3 = 2945 \text{ р.}$$

$$S_2 = 2945 \text{ р.}$$

Ошибка выявлена по завершении стадии № 3 разработка проектной концепции.

Вычисляем финансовые затраты на исправление ошибки в ТЗ, обнаруженной по завершению стадии № 3 разработка проектной концепции, по формуле (1):

$$S_3 = 16 \cdot 240 \cdot 1,18 \cdot 1,3 = 5890 \text{ р.}$$

$$S_3 = 5890 \text{ р.}$$

Ошибка выявлена по завершении стадии № 4 разработка технического проекта.

Вычисляем финансовые затраты на исправление ошибки в ТЗ, обнаруженной

по завершению стадии № 4 разработка технического проекта, по формуле (1):

$$S_4 = 592 \cdot 240 \cdot 1,18 \cdot 1,3 = 217950 \text{ р,}$$

$$S_4 = 217950 \text{ р.}$$

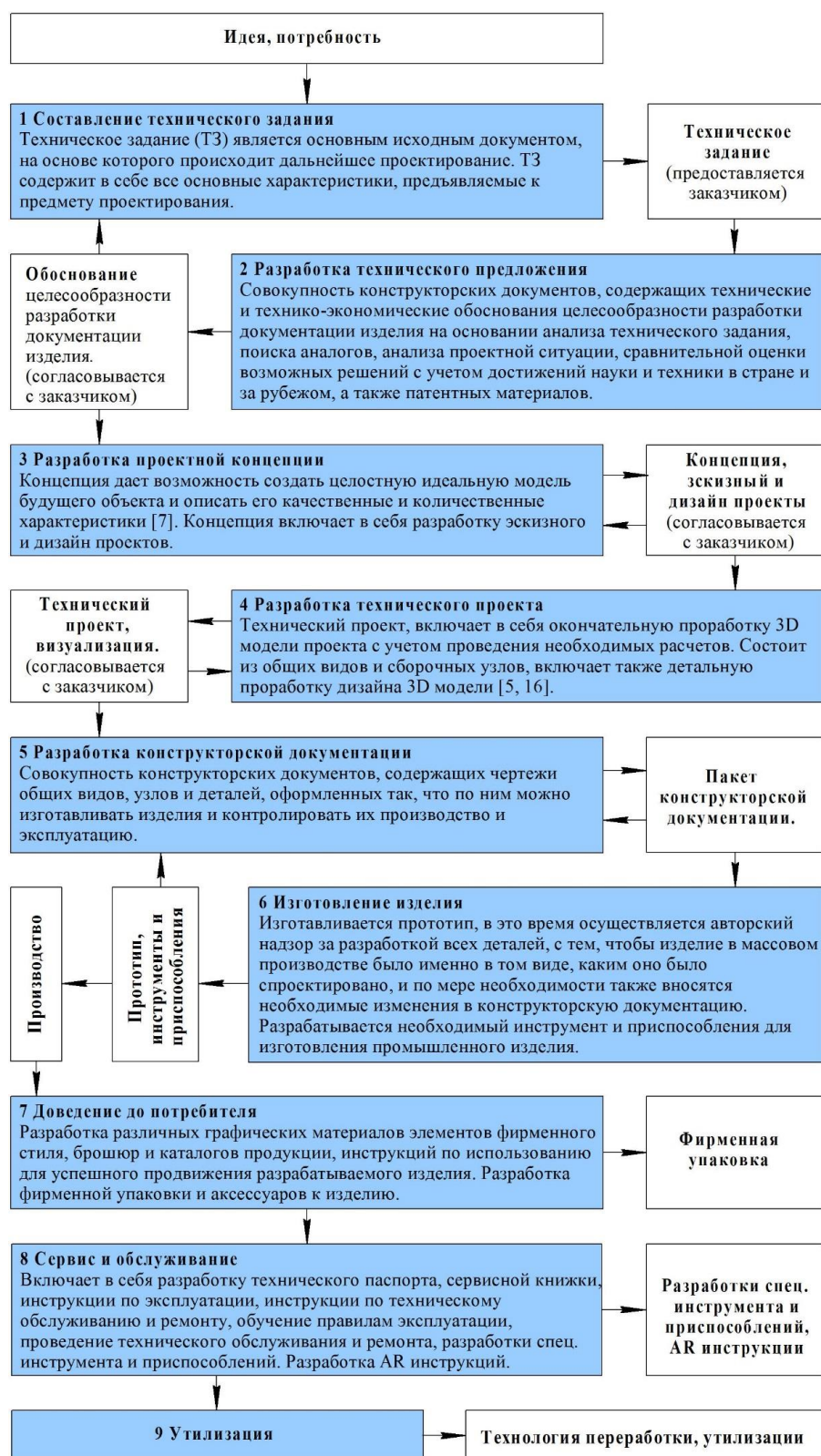


Рисунок 3 Модель процесса проектирования промышленных изделий

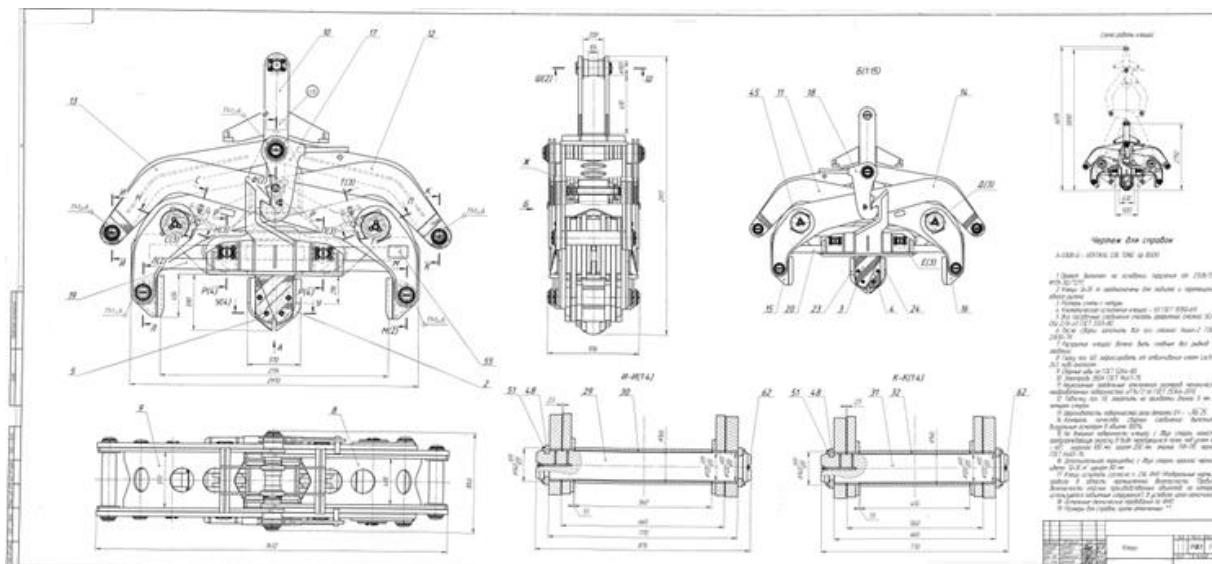


Рисунок 4 Грузозахватное устройство подъема и перемещения рулонов листового металла

Ошибка выявлена по завершении стадии № 5 разработка конструкторской документации.

Вычисляем финансовые затраты на исправление ошибки в ТЗ, обнаруженной по завершению стадии № 5 разработка технического проекта, по формуле (1):

$$S_5 = 3664 \cdot 240 \cdot 1,18 \cdot 1,3 = 1349000 \text{ р,}$$

$$S_5 = 1349000 \text{ р.}$$

Ошибка выявлена по завершении стадии № 6 изготовление.

Финансовые затраты на данной стадии складываются из затрат на проектирование и затрат на изготовление.

Определяем финансовые, затраты на исправление ошибки в ТЗ, обнаруженной по завершению стадии № 6 изготовление, по формуле:

$$S_6 = S_{\text{пкд}} + S_{\text{пр}}, \quad (2)$$

где,  $S_{\text{пкд}}$  – финансовые затраты на разработку пакета конструкторской документации,

$S_{\text{пр}}$  – финансовые затраты на изготовление грузозахватного приспособления.

Определяем часть финансовых, затрат с вязанных с проектированием, на исправление ошибки в ТЗ, обнаруженной по завершению стадии № 6 изготовление, по формуле:

$$S_{\text{пкд}} = T \cdot p_n \cdot k_{\text{ам}} \cdot k_{\text{дс}}, \quad (3)$$

Вычисляем часть финансовых, затрат с вязанных с проектированием, на исправление ошибки в ТЗ, обнаруженной по завершению стадии № 6 изготовление, по формуле (3):

$$S_{\text{пкд}} = 3840 \cdot 240 \cdot 1,18 \cdot 1,3 = 1413734 \text{ р,}$$

$$S_{\text{пкд}} = 1413734 \text{ р.}$$

Определяем часть финансовых затрат, с вязанных с производством грузозахватного устройства, на исправление ошибки в ТЗ, обнаруженной по завершению стадии № 6 изготовление, по формуле:

$$S_{\text{пр}} = I \cdot p_n \cdot k_{\text{ам}} \cdot k_{\text{дс}} \cdot k_{\text{см}}, \quad (4)$$

где,  $k_{\text{см}}$  – коэффициент учитывающий стоимость материалов и инструмента.

Вычисляем часть финансовых затрат, с вязанных с производством грузозахватного устройства, на исправление ошибки в ТЗ, обнаруженной по завершению стадии № 6 изготовление, по формуле (4):

$$S_{\text{пр}} = 3200 \cdot 250 \cdot 1,18 \cdot 1,3 \cdot 1,4 = 1718080 \text{ р,}$$

$$S_{\text{пр}} = 1718080 \text{ р.}$$

Вычисляем финансовые, затраты на исправление ошибки в ТЗ, обнаруженной по завершению стадии № 6 изготовление, по формуле (2):

$$S_6 = 1413734 + 1718080 = 3131814 \text{ р,}$$

$$S_6 = 3131814 \text{ р.}$$

Обобщенные данные результатов расчетов финансовых затрат, представлены в таблице 1.

Обобщенные данные расчетов финансовых затрат

№ стадии	Наименование стадии	Затраты на исправление ошибки
		Финансовые, руб.
1	Разработка технического задания	-
2	Разработка технического предложения	2945
3	Разработка проектной концепции	5890
4	Разработка технического проекта	217950
5	Разработка конструкторской документации	1349000
6	Изготовление	3131814

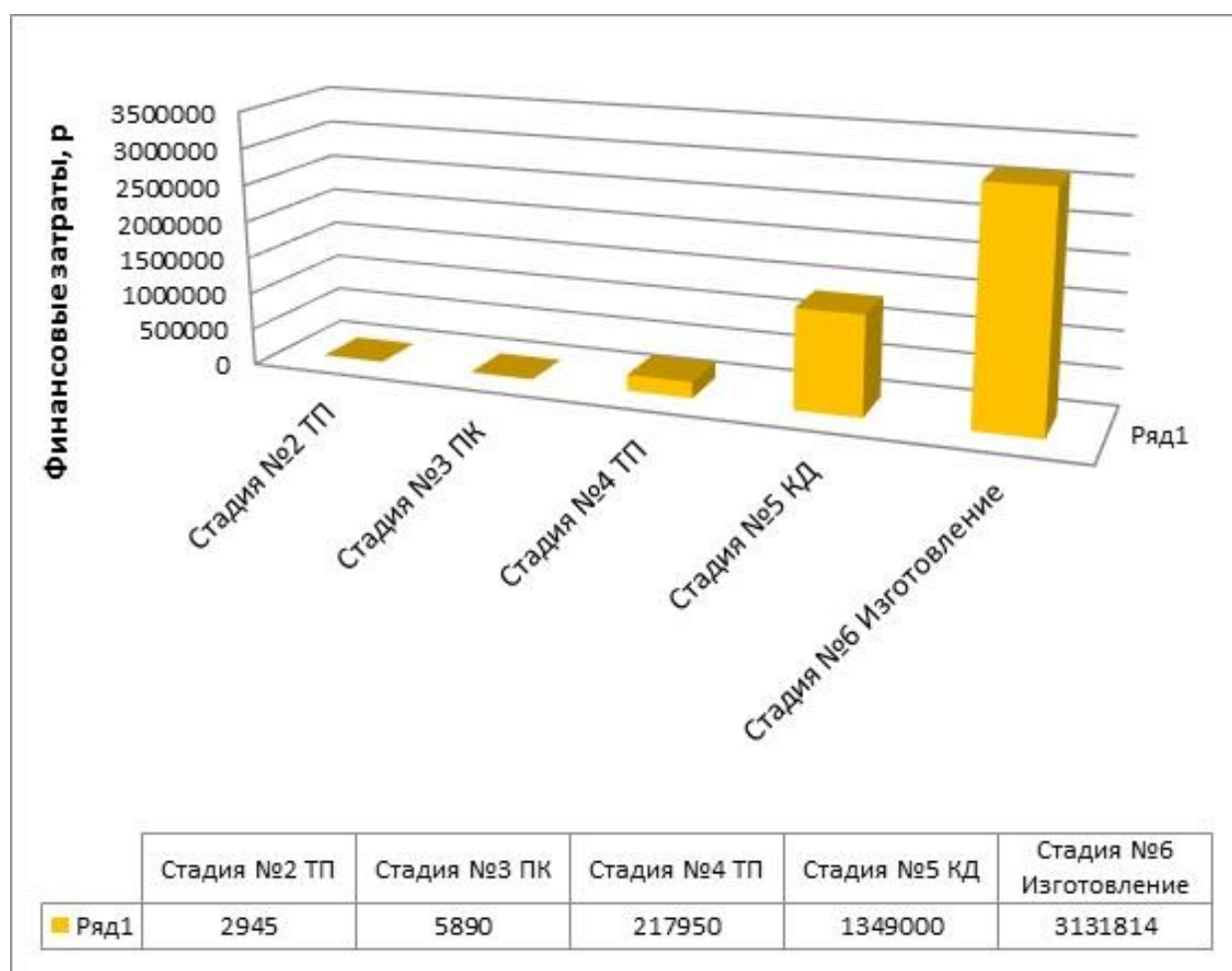


Рисунок 4 Диаграмма финансовых затрат на исправление ошибки допущенной в техническом задании

Методика позволяет исключить допущение ошибки в процессе проектирования, что в свою очередь позволяет получить значительный экономический эффект. Действуя, согласно разработанной методики, нам удалось найти и исправить ошибку в ТЗ, которая привела бы к изготовлению грузозахватного устройства не способного выполнять требуемые функции. А значит

финансовые затраты на проектирование и изготовление грузозахватного устройства переходят в финансовые потери заказчика. Таким образом, применение разработанной методики позволило сэкономить денежные средства заказчика в размере стоимости проектирования и изготовления грузозахватного устройства.



### Библиографический список

1. Инжиниринг и промышленный дизайн – 2015 / под ред. В.С. Осьмакова и В.А. Пастухова. – М.; «Onebook.ru», 2015. – 124 с.
2. Аверьянов, О.И. Основы проектирования и конструирования / О.И. Аверьянов, В.Ф. Солдатов. – М.: МГИУ, 2008. – 152 с.
3. Княгинин В.Н. Промышленный дизайн Российской Федерации: возможность преодоления «дизайн-барьера»: учеб. пособие / под ред. М.С. Липецкой, С.А. Шмелевой. – С.Пб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 80 с.
4. Беляев Н.В. Автоматизация эскизно-технического проектирования автогрейдера : диссертация ... кандидата технических наук : 05.13.12 / Беляев Никита Владимирович; [Место защиты: Сиб. автомобил.-дорож. акад. (СибАДИ)]. - Омск, 2009. - 158 с.
5. Лоцманенко В.В., Кочегаров Б.Е. Проектирование и конструирование (основы) : учеб. пособие. / В.В. Лоцманенко, Б.Е. Кочегаров. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2004. – 96с.
6. Современные инструменты контроля качества продукции / М.В. Андросенко в сборнике: Инновации в металлообработке: взгляд молодых специалистов. Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Чевычелов С.А., 2015. — С. 29-31.
7. Новиков А. М. Методология / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. — М. : СИНТЕГ, 2007. — 668 с.
8. Дерябин А. А. Проектирование промышленных изделий в рамках проектно-процессного подхода [Текст] / А. А. Дерябин, Л. В. Дерябина, Е.С. Решетникова // Механическое оборудование металлургических заводов. – 2017. – № 1 (8). – С. 29-33.
9. Савочкина Л.В. Формирование готовности студентов университета к графической деятельности на основе проектно-процессного подхода: автореферат дис. ... кандидата педагогических наук 13.00.08 / Савочкина Любовь Викторовна; [Место защиты: Магнитогос. ун-т]. - Магнитогорск, 2010. - 24 с.
10. Дерябин А.А., Корчунов А.Г. Трехмерное моделирование как основа проектирования промышленных изделий // Технология. Дизайн. Образование: сб. мат. Всеросс. (очно-заочн.) научн.-практ. конф. 13–14 апреля 2020 г. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2020. - С.180-184.
11. ГОСТ 2.103-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Стадии разработки – М. : Стандартинформ, 2013. – 15 с.
12. Мартин Б., Ханнингтон Б. Универсальные методы дизайна. – СПб.: Питер, 2014. – 208 с.
13. Философский энциклопедический словарь / гл. ред. Л. Ф. Ильичев, П. Н. Федосеев, С. М. Ковалев, В. Г. Панов — М. : Сов. энциклопедия, 1983. — 840 с.

---

---

#### *Information about the paper in English*

**A.A. Deryabin**

Nosov Magnitogorsk State Technical University

Magnitogorsk, Russia

E-mail: Traik2112@mail.ru

Received 23.07.2021

#### TECHNIQUES FOR DESIGNING INDUSTRIAL PARTS, FACTORING INTO A LIFE CYCLE OF PRODUCTS

##### **Abstract**

The paper describes techniques for designing industrial parts, factoring into a life cycle of products. A project process-based approach is used as a methodological background for the design process. A design process model has been developed to determine stages of designing load handling devices and identify their relations.

**Keywords:** technique, design, life cycle of a part, design of load handling devices

---

---