

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ РАЗДЕЛАМИ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ, НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ И СОСТАВОМ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIPS BETWEEN SECTIONS OF THE TERMS OF REFERENCE, REGULATORY DOCUMENTATION AND THE COMPOSITION OF INDUSTRIAL ROBOTS

**D. Rozhkov
O. Novoselova**

Summary. The article describes the classification of industrial robots, sections of the terms of reference, highlights a list of necessary and sufficient regulatory documents to determine their mutual influence and build an algorithm for automating the creation of the terms of reference.

Keywords: terms of reference, interrelation of sections of the terms of reference, the process of developing the terms of reference, regulatory documentation.

Рожков Дмитрий Андреевич

Аспирант, ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «Станкин»

Digirus.rojkov.1505@yandex.ru

Новоселова Ольга Вячеславовна

кандидат технических наук, заведующий кафедрой, ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «Станкин»

ol.novoselova@stankin.ru

Аннотация. В статье приведено описание классификации промышленных роботов, разделов технического задания, выделен перечень необходимых и достаточных регламентирующих документов для определения их взаимовлияния и построения алгоритма автоматизации создания технического задания.

Ключевые слова: техническое задание, взаимосвязь разделов технического задания, процесс разработки технического задания, нормативная документация.

Разработка высокотехнологичных робототехнических комплексов является актуальной задачей современности. Одним из первых шагов ее выполнения является проработка технического задания (ТЗ). ТЗ — исходный технический документ для проведения работы, устанавливающий требования к создаваемому изделию и технической документации на него, а также требования к объему, срокам проведения работы и форме представления результатов. Таким образом, качественно написанное ТЗ является базой для дальнейшей разработки изделия.

Процесс создания ТЗ на робототехническую конструкцию является сложным, при котором необходимо учитывать множество характеристик, их сочетание и взаимовлияние.

В связи с этим автоматизация процесса создания технического задания на робототехническую конструкцию является важной задачей, включающей необходимость разработки модели ТЗ, алгоритмов формирования и согласования документа.

Для начала необходимо рассмотреть классификацию промышленных роботов (рис. 1) [1].

Исходя из предложенной классификации, можно выделить основные параметры промышленного робота:

- характер выполняемой операции;
- степень специализации;
- область применения (исходя из специализации);
- система координат (исходя из специализации);
- число степеней подвижности (исходя из специализации);
- и т. д. [2]

К основным параметрам составной части промышленного робота — мехатронного модуля относятся:

- развиваемая сила;
- величина рабочего хода;
- точность позиционирования.

Основные технические требования и раздел «состав изделия» технического задания на разработку робототехнического комплекса охватываются и регулируются выделенными параметрами.

В зависимости от выбранной конфигурации промышленного робота может меняться база нормативной документации. В связи с этим необходимо определить необходимый и достаточный набор стандартов. Вот некоторые из них:

ГОСТ 15.016–2016 «Система разработки и постановки продукции на производство. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Требования к содержанию и оформлению».

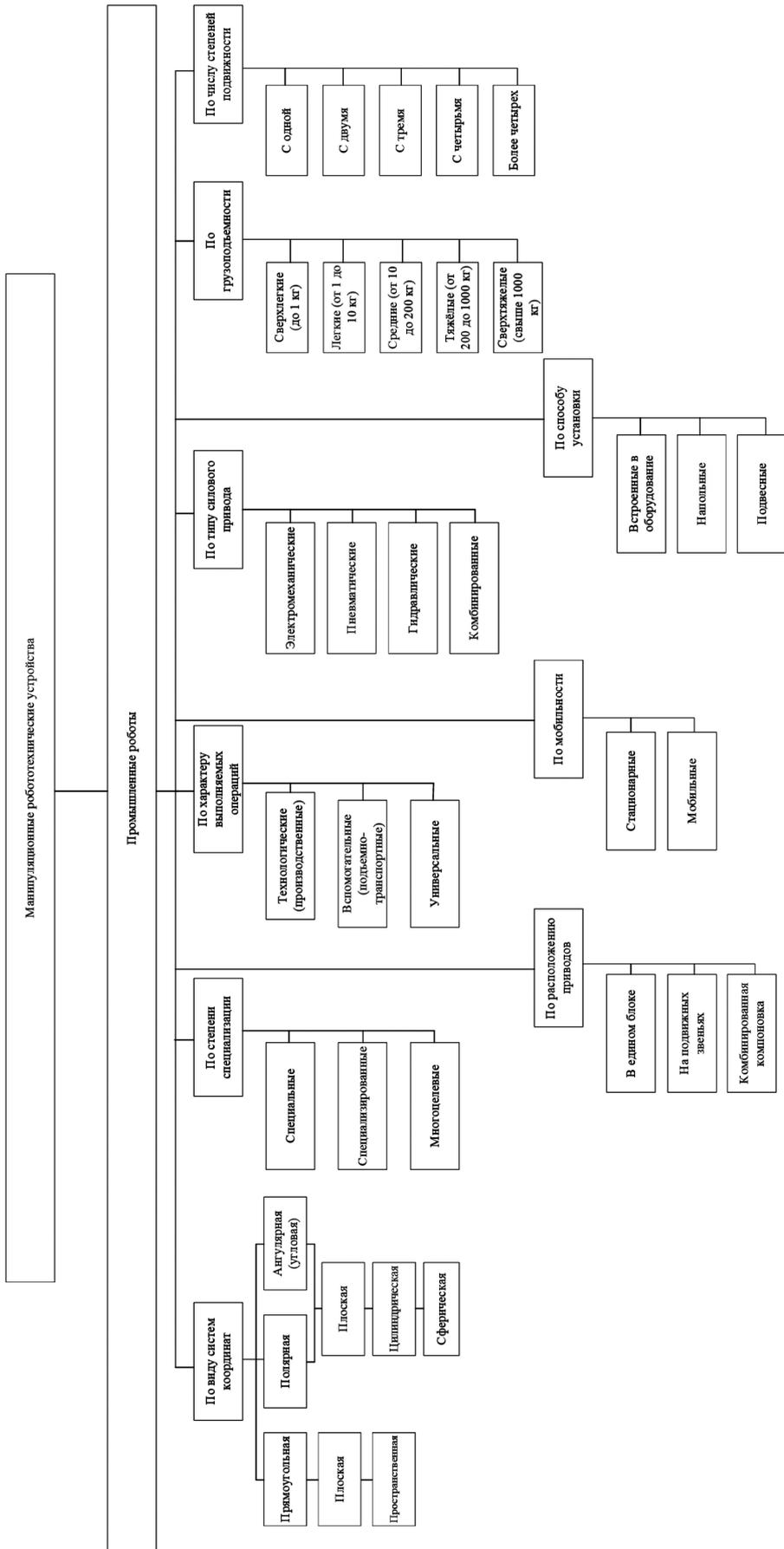


Рис.1. Классификация промышленных роботов

ГОСТ 2.102–2013 Единая система конструкторской документации ВИДЫ И КОМПЛЕКТНОСТЬ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ.

ГОСТ 2.103–2013 Единая система конструкторской документации СТАДИИ РАЗРАБОТКИ.

ГОСТ IEC 61000-4-3-2016 Электромагнитная совместимость. Методы испытаний и измерений.

ГОСТ Р 60.2.3.3-2023 Роботы и робототехнические устройства. Роботы космические. Методы оценки соответствия предъявляемым техническим требованиям.

После определения параметров и нормативной документации можно выделить следующую взаимосвязь разделов ТЗ, составных частей промышленного робота (манипулятора), нормативной документации и разрабатываемой документации (таблица 1) [3–7].

Таблица 1. Взаимосвязь разделов ТЗ, составных частей ПР, нормативных документов и разрабатываемой документации (фрагмент).

Раздел/подраздел ТЗ	Составная часть	ГОСТ	Выдаваемая научно-техническая документация
Состав изделия	Манипулятор в целом	ГОСТ Р 60.1.2.4-2020 ГОСТ Р 60.3.3.1-2016 ГОСТ 2.102–2013 ГОСТ 2.103–2013 ГОСТ 15.016-2016	Схема деления Чертеж общего вида Сборочный чертеж Габаритный чертеж Электронная структура Спецификация Эксплуатационные документы Ремонтные документы Инструкция
	Мехатронный модуль		Чертеж общего вида Сборочный чертеж Спецификация Эксплуатационные документы Инструкция
Требования на значения	Манипулятор в целом	ГОСТ Р 60.3.3.1-2016	Эксплуатационные документы Инструкция

Имея данные о взаимосвязи раздела ТЗ, состава манипулятора и нормативных документов можно приступить к разработке процесса формирования технического задания и автоматизированной системы его поддержки.

Для описания процесса формирования технического задания на робототехническую конструкцию необходимо его декомпозировать на подзадачи [8].

Система, включающая описание процесса формирования ТЗ, состоит из следующих модулей (рис. 1):

- базовая модель ТЗ на конструкцию;
- модель конструкции;
- модель ТЗ на конструкцию.

Каждая модель имеет информационное (статическое) и функциональное (динамическое) описание. Информационное описание модели ТЗ на конструкцию представляет из себя набор данных о содержании модели, функциональное описание является процессом ее разработки (рис. 2). Информационное описание модели РТК включает описание состава и структуры конструкции, а функциональное описание — это процесс функционирования конструкции (рис. 3) [9–10].

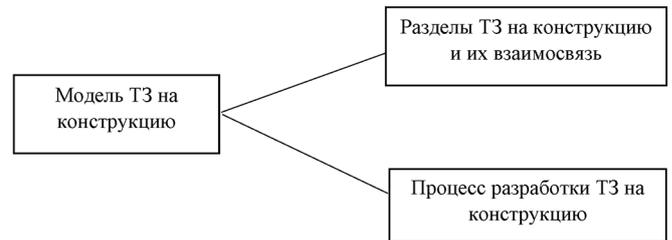


Рис. 2. Модель ТЗ на конструкцию

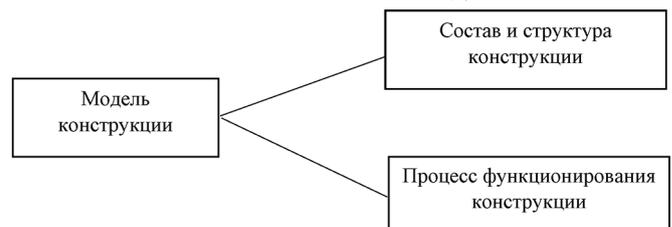


Рис. 3. Модель ТЗ на конструкцию

Базовая модель ТЗ на конструкцию в информационной составляющей содержит состав и структуру ТЗ, в которую входит все множество разделов. Функциональная составляющая в работе не рассматривается, так как она является процессом формирования базового ТЗ и определяется на более высоком уровне.

При этом в процессе разработки ТЗ на робототехническую конструкцию модель конструкции является ограничением на базовую модель ТЗ и позволяет определить необходимые разделы и стандарты при формировании ТЗ на конкретный объект.

Рассмотрим предложенные модели последовательно.

Модель ТЗ формируется на основании состава базовой модели ТЗ (перечень разделов) и ее структуры (взаимосвязи разделов). В зависимости от особенностей разрабатываемого (модернизируемого) изделия, условий его применения и эксплуатации допускается вводить в ТЗ другие разделы или исключать разделы, в которых нет необходимости.

Рассмотрим наиболее часто используемые разделы (таблица 2).

Таблица 2.
Разделы технического задания (фрагмент)

№ раздела	Наименование	Примечание
1	наименование, шифр ОКР, основание, исполнитель и сроки выполнения	Обязательно
2	цель выполнения ОКР, наименование и обозначение изделия	Обязательно
3	технические требования к изделию	Обязательно
4	техничко-экономические требования	Обязательно
5	требования к видам обеспечения	Не обязательно
6	требования к сырью, материалам и КИМП	Не обязательно
И т. д.		

Не сложно заметить, что все возможные разделы ТЗ можно разделить на обязательные и необязательные (ситуационные). На основании этого факта можно ввести следующее математическое описание структуры ТЗ:

если R_1 — множество (перечень) всех возможных обязательных разделов ТЗ, а R_2 — множество всех необязательных разделов, то верно следующее утверждение $R=R_1 \cup R_2$, где R множество всех разделов.

Разделы имеют взаимовлияние на содержание друг друга. Например, изменение технических характеристик (масса-габаритные параметры) повлечёт за собой изменения в разделах 4, 5. Причем V_{ij} , где $i = 1 \dots n$ — номер влияющего раздела, а $j = 1 \dots m$ — номер раздела влияния, по значению противоположно V_{ji} в соответствии с картой значений взаимовлияния разделов (таблица 3).

Таблица 3.

Фрагмент карты взаимовлияния разделов

$V_{i/j}$	1	2	3	4	5	n
1		2	2	2	0	2
2	1		3	3	0	1
3	1	3		3	1	1
4	1	3	3		1	1
5	0	0	2	2		3
m	1	2	2	2	3	

Обозначения на карте:

- 0 — нет взаимовлияния;
- 1 — ячейка по вертикали влияет на ячейку по горизонтали;
- 2 — ячейка по горизонтали влияет на ячейку по вертикали;
- 3 — взаимное влияние двух пересекающихся в клетке ячеек.

В таблице 3 значения «1» и «2» являются противоположными.

Таким образом ТЗ — перечень разделов является конечным множеством из обязательных и необязательных разделов, которое с учетом множества значений взаимовлияния разделов образуют базовую модель ТЗ.

Модель робототехнической конструкции состоит из множества узлов и составных частей S , объединенных их функциональными задачами F .

Множество составных частей и узлов конструкции зависит от конкретного типа робототехнической конструкции. Для упрощения дальнейшего описания установим число узлов равно S_k , каждый из которых имеет функциональную задачу F_k , где k — порядковый номер узла и присущая ему функциональная задача. Таким образом множество $\langle S_1F_1, S_2F_2, \dots, S_kF_k \rangle = SF$ является моделью конструкции.

Модель ТЗ на конструкцию является производной совмещения базовой модели ТЗ и модели конструкции. Совокупной информационной составляющей является состав документа, т. е. перечень разделов и их содержание — множество D . Функциональной составляющей является процесс формирования технического задания как документа — множество итераций A .

В первом приближении можно утверждать, что объединение множества разделов ТЗ и состава конструкции даёт состав документа; а объединение множества взаимосвязей разделов ТЗ и функциональных задач узлов конструкции даёт последовательность шагов процесса формирования ТЗ на конструкцию в целом.

С учетом данных допущений можно сказать, что декомпозиция на отдельные модели не нарушает связей и в достаточной мере отражает необходимые свойства системы.

Когда основные требования уже определены, составляется проект технического задания, который направляется на рассмотрение и согласование во все участвующие и заинтересованные службы и отделы.

Процесс разработки, согласования и утверждения технического задания задействует обширный человеческий ресурс: специалистов ответственных подразделений-исполнителей, нормоконтроль, метрологов, экономистов и др.

В работе выполнен анализ технического задания на робототехническую конструкцию как технического документа, что позволило установить взаимосвязи разделов и разработать обобщенный процесс разработки ТЗ. На основе этого можно проводить моделирование процесса создания ТЗ с учетом особенностей технического задания. Полученные данные станут основой для создания автоматизированной системы поддержки создания технического задания на робототехническую конструкцию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Частиков А.П. Алгоритмическое описание механизма логического вывода интеллектуального симулятора промышленного робота / А.П. Частиков, К.Е. Тохтов // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 2. — С. 36.
2. Колтыгин Д.С. Основные признаки Классификации промышленных роботов / Д.С. Колтыгин, И.А. Седельников // Проблемы современной науки. — 2016. — № 22. — С. 19–27.
3. ГОСТ 15.016–2016 «Система разработки и постановки продукции на производство. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ. Требования к содержанию и оформлению».
4. ГОСТ 2.102–2013 Единая система конструкторской документации ВИДЫ И КОМПЛЕКТНОСТЬ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ.
5. ГОСТ 2.103–2013 Единая система конструкторской документации СТАДИИ РАЗРАБОТКИ.
6. ГОСТ IEC 61000-4-3-2016 Электромагнитная совместимость. Методы испытаний и измерений.
7. ГОСТ Р 60.2.3.3-2023 Роботы и робототехнические устройства. Роботы космические. Методы оценки соответствия предъявляемым техническим требованиям.
8. Мигунова Л.Г. Разработка технического задания для создания программно-технического комплекса автоматизированной системы управления технологическим процессом подстанции / Л.Г. Мигунова, А.И. Тимофеева // Электроэнергетика глазами молодежи — 2017: Материалы VIII Международной научно-технической конференции, Самара, 02–06 октября 2017 года. Том 1. — Самара: Самарский государственный технический университет, 2017. — С. 325–326. — EDN ZIWZIV.
9. РОЖКОВ Д.А., НОВОСЕЛОВА О.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА РОБОТОТЕХНИЧЕСКУЮ КОНСТРУКЦИЮ. Сборник статей XVI Международной научно-практической конференции «Научно-техническое развитие России и мира». Научно-образовательная платформа «Цифровая наука» г. Саратов 2023 г.
10. Филиппенко, И.В. Модели автоматизированного проектирования технологического процесса сборки / И.В. Филиппенко, В.В. Евсеев, С.С. Милютин // Технологический аудит и резервы производства. — 2015. — Т. 1, № 2(21). — С. 4–8. — DOI 10.15587/2312–8372.2015.37007.

© Рожков Дмитрий Андреевич (Digirus.rojkov.1505@yandex.ru); Новоселова Ольга Вячеславовна (ol.novoselova@stankin.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»