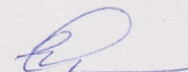


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



На правах рукописи

Антипина Елена Валерьевна

**МЕТОД ФОРМООБРАЗОВАНИЯ
СЕРВИСНЫХ ПЕРСОНАЛЬНЫХ РОБОТОВ
НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Специальность 17.00.06 – Техническая эстетика и дизайн

диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, доцент
Константин Сергеевич Ившин

Ижевск – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 4 |
| ГЛАВА 1 МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РОБОТА КАК ДИЗАЙН-ПРОДУКТА..... | 12 |
| 1.1 Эволюция робототехники..... | 12 |
| 1.2 Анализ классификаций робототехники..... | 24 |
| 1.3 Анализ методов инженерного проектирования робота как средства транспорта..... | 33 |
| 1.4 Анализ методов художественного проектирования робота как промышленного изделия..... | 37 |
| 1.5 Проектирование робота как дизайн-продукта в контексте промышленного производства..... | 39 |
| 1.6 Выводы по главе 1..... | 45 |
| 1.7 Постановка цели и задач исследования..... | 46 |
| ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ДИЗАЙН- ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРВИСНЫХ ПЕРСОНАЛЬНЫХ РОБОТОВ... | 47 |
| 2.1 `Разработка алгоритма дизайн исследования сервисных персональных роботов на основе использования метода типизации..... | 47 |
| 2.2 Создание информационной базы данных объектов сервисных персональных роботов методом нисходящего проектирования..... | 54 |
| 2.3 Создание классификатора формообразующих характеристик сервисных персональных роботов фасетно- иерархическим методом..... | 62 |
| 2.4 Выводы по главе 2..... | 86 |
| ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДИЗАЙНЕ СЕРВИСНЫХ ПЕРСОНАЛЬНЫХ РОБОТОВ..... | 87 |

| | |
|--|------------|
| 3.1 Анализ материалов и технологий на отечественных производственных предприятиях..... | 87 |
| 3.2 Разработка алгоритма формообразования сервисных персональных роботов с применением методики дизайн- исследования..... | 109 |
| 3.3 Разработка алгоритма выбора технологий для формообразования сервисных персональных роботов..... | 114 |
| 3.4 Оценка жизненного цикла производства сервисных персональных роботов..... | 120 |
| 3.5 Выводы по главе 3..... | 122 |
| ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ДИЗАЙН-ПРОЕКТОВ СЕРВИСНЫХ ПЕРСОНАЛЬНЫХ РОБОТОВ ПОД ПРЕДПРИЯТИЯ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ..... | 124 |
| 4.1 Апробация применения методики дизайн-исследования в дизайн-проектах сервисных персональных роботов..... | 124 |
| 4.2 Апробация применения методики выбора производственной технологии в дизайн-проектах сервисных персональных роботов..... | 127 |
| ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 132 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 134 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А..... | 163 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б..... | 176 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В..... | 179 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. На современном этапе развитие Интернета вещей, киберфизических систем, коммуникационных и облачных технологий обеспечило появление открытых информационных систем и глобальных промышленных сетей, выходящих за границы отдельного предприятия и взаимодействующих между собой. Такие системы и сети представляют собой новый уровень организации производства и его управления в течение жизненного цикла выпускаемой продукции.

Согласно Плану мероприятий («дорожной карте») по развитию конкуренции в отраслях экономики РФ и переходу отдельных сфер естественных монополий из состояния естественной монополии в состояние конкурентного рынка на 2018-2020 годы для развития конкурентоспособности отечественных предприятий требуется обеспечить их конверсию. Для реализации данной цели необходимо, во-первых, повысить удовлетворенность потребителей за счет расширения ассортимента и повышения качества товаров, во-вторых, увеличить долю наукоемких гражданских товаров в структуре производства, используя современные технологии оборонной промышленности, в-третьих, развивать рынки высокотехнологичной продукции. На долю предприятий Удмуртской Республики приходится более 24% объема производства предприятий обрабатывающих производств и около 30% от числа занятых в промышленности РФ. Между тем, важно отметить, что данные предприятия, специализирующиеся на производстве оборонной продукции, сталкиваются с рядом сложностей. Они никогда не выстраивали коммерческих отношений с другими компаниями, плохо ориентируются в потребностях потенциальных потребителей гражданской продукции и зачастую не способны построить эффективную маркетинговую модель.

Для проектирования такого наукоемкого гражданского объекта как сервисная персональная робототехника необходимо обладать не только рядом технических знаний и технологий, но также ориентироваться на конечного потребителя через формирование его внешнего облика с помощью методов и

средств дизайна. Данный факт выявляет потребность в системном подходе к разработке сервисной робототехники, при котором учитываются социальные, эстетические, конструктивные, производственные, эксплуатационные и другие факторы. Существующее многообразие техники, реализующей сразу несколько функций, усложняет процесс проектирования, приводя к тому, что возникает актуальность в разработке методических основ дизайна сервисной персональной робототехники.

Область исследования соответствует научной специальности 17.00.06 – «Техническая эстетика и дизайн»: п. 2. Методы художественного проектирования с учетом производственных факторов; п. 12. Методы формообразования и структурообразования художественных и промышленных изделий.

В диссертации рассматриваются вопросы, соответствующие формуле паспорта специальности: «Оптимизация творческих процессов проектирования изделий машиностроительной промышленности»; «Взаимосвязь художественных и технологических факторов, приемов и способов проектирования изделий», «Формообразование и структуризация объектов проектирования».

Степень разработанности проблемы. Для того чтобы исследовать подходы к формообразованию сервисных персональных роботов, необходимо рассмотреть труды по истории, философии техники, художественную литературу, освещающую вопросы робототехники. Вопросами взаимодействия искусственной и естественной среды, роли и влияния техники на данный процесс занимались такие зарубежные философы и ученые, как Аристотель, Платон, Т. Гоббс, Р. Декарт, Ж.О. Ламетри, Г.В. Лейбниц, И.Р. Нурбахш, Ж.-Ж. Руссо, А. Тьюринг, К. Шваб, и русские философы Н.А. Бердяев, Л.Н. Толстой. Проблема взаимоотношения работа и человека рассматривалась ими с точки зрения исторической и технической эволюции. Поиск баланса во взаимоотношениях работа и человека был освещен в произведениях таких зарубежных писателей как А. Азимова, Р. Бредбери, Э.Т.А. Гофмана, К. Чапека, М. Шелли и советских фантастов А.Н. и Б.Н. Стругацких.

Вопросами рассмотрения техники как эстетического объекта задавались такие зарубежные ученые – исследователи теории и методологии дизайн-

проектирования, как З.Г. Бегенау, Дж.К. Джонс, В. Папанек и отечественные разработчики методики художественного конструирования, дизайн-анализа, метода проектной типологии в дизайне систем Д.А. Азрикан, А.А. Грашин, А.Н. Лаврентьев, В.Ф. Сидоренко, Ю.Б. Соловьёв, А.Г. Устинов. Вопросам, касающимся построения проектных классификаций, уделено внимание в работах Е.Я. Сурженко, М.Л. Шатковской.

В качестве объекта дизайна сервисный персональный робот следует рассматривать и с точки зрения проектирования промышленных изделий, и – проектирования средств транспорта. Вопросам дизайнерского проектирования промышленных изделий, выявлению тенденций и проблем промышленного дизайна посвящены работы российских исследователей А.А. Барташевича, И.Т. Волкотрубца, Б.Е. Кочегарова, Г.Б. Минервина, М.М. Черных и зарубежных Я. Дитриха, А. Отта, В. Папанека, Э. Тьялве, С. Эппингера. О методологии проектирования транспорта средствами и методами дизайна, формированию его внутренней и внешней структуры писали В.И. Арямов, К.С. Ившин, Е.Н. Лазарев, И.А. Лепёшкин, Н.Е. Розанов, В.А. Умняшкин; вопросам инженерного проектирования кузова транспортных средств большое внимание уделено в трудах Б.Я. Бендерского, Ю.А. Долматовского, В.И. Пескова, А.П. Петрова, В.А. Умняшкина, В.М. Шарипова, а также Дж. Вонга, Ю. Мацкерле, Я. Павловского, Дж. Фентона, В.К. Штробеля. Изучению требований эргономики посвящены работы М. Зелника В.П. Зинченко, М.М. Калиничевой, В.М. Мунипова, А.И. Новикова, Д. Панеро, В.Ф. Рунге, М. Шмидта.

Исследования в области материаловедческих и технологических основ дизайна изделий проведены В.И. Куманиным, В.Ю. Пирайненом, М.Л. Соколовой; повышению качества изделий из металла уделено большое внимание в работах Л.Т. Жуковой.

Впервые вопросам, касающимся художественного проектирования объектов робототехники, посвящены работы А.А. Дубовой, Ю.В. Назарова.

В качестве объектов исследования были рассмотрены сервисные персональные роботы, созданные такими разработчиками, как Осакский

университет, Массачусетский технологический институт, Amazon, iRobot, Toyota, Toshiba, Honda, LG и др.

Исследования, где были бы систематизированы требования дизайна к проектированию сервисной персональной робототехники как объекта дизайна, отсутствуют.

Целью работы является разработка метода формообразования сервисных персональных роботов на основе производственных технологий.

Для достижения цели работы необходимо решить следующие **задачи**:

1) обоснование построения методологии проектирования робота как дизайн-продукта;

2) разработка методики дизайн-исследования сервисных персональных роботов с применением метода типизации для создания информационной базы данных их существующих объектов и разработки классификатора формообразующих характеристик;

3) апробация классификатора для процесса создания формы сервисных персональных роботов на базе существующих производственных технологий и анализ изменений в цикле дизайн-проектирования изделия в результате применения классификатора;

4) разработка и создание проектов сервисных персональных роботов с точки зрения проектирования объектов дизайна под оборонно-промышленные предприятия Удмуртской Республики.

Объектом исследования являются сервисные роботы персонального назначения, **предметом исследования** – метод их формообразования с учетом отечественных производственных технологий.

Методология и методы исследования. Работа основана на системном подходе к формированию требований дизайна, относящихся к проектированию сервисной персональной робототехники. При исследовании использовались логические методы и приемы исследования, такие как анализ, обобщение, синтез, аналогия, моделирование, на основе которых собран и систематизирован изучаемый материал, выявлены современные тенденции и проблемы в области

формообразования сервисной персональной робототехники; дизайнерский проектный метод дизайн-программ, разработанный во ВНИИТЭ, предназначенный для сценарирования функциональных процессов, а также для построения этапов методики дизайн-проектирования робота; метод типизации для сведения созданных и произведенных объектов сервисной персональной робототехники к ограниченному числу избранных типов; методы математической статистики для анализа собранной информации и формирования на ее основе базы данных; метод проектных классификаций и фасетно-иерархический метод, примененные для типирования формообразующих характеристик сервисных персональных роботов и построения классификации; методы и подходы технической эстетики, теория композиции для проработки внешней формы и эстетических параметров робота; методы антропометрии для учета эргономических требований, предъявляемых к робототехнике; методы инженерного творчества для разработки и отработки конструкции корпуса робота; методы автоматизированного проектирования для построения программного продукта; методы 3D-моделирования для создания визуализации спроектированных объектов в рамках апробации применения классификатора.

Научная новизна выполненной работы заключается в следующем:

1) разработана методика дизайн-исследования сервисных персональных роботов, заключающаяся в типизации существующих объектов робототехники, систематизированных в информационную базу данных, и в формировании на ее основе единого классификатора формообразующих характеристик;

2) разработан классификатор формообразующих характеристик сервисных персональных роботов, позволяющий создать структуру художественных параметров, описывающих формы существующих и разрабатываемых объектов робототехники;

3) научно обоснован рациональный выбор существующих производственных технологий, обеспечивающих создание требуемых формообразующих характеристик и позволяющих на примерах дизайн-проектов

сервисных персональных роботов проверить правильность предложенных критериев этих формообразующих характеристик.

На защиту выносятся основные положения работы:

1) метод анализа формы существующих или разрабатываемых объектов сервисных персональных роботов;

2) методические рекомендации выбора технологий для процесса производства объектов сервисных персональных роботов;

3) алгоритмы оценки художественно-технических параметров, описывающих форму разрабатываемого объекта сервисных персональных роботов, представленные в виде электронного программного средства, основанного на комбинаторном принципе проектирования изделия и учитывающего конструкторско-технологические особенности создания изделия на отечественных предприятиях.

Теоретическая и практическая значимость работы. Разрабатываемый классификатор формообразующих характеристик сервисных персональных роботов представляет собой систему подходов, основанную на классификациях изделий с учетом их функциональных, композиционных, конструктивных и материально-технологических особенностей, и призван обеспечить их идентификацию и систематизацию, а также способствовать сокращению затрат времени на работу дизайнера, конструктора, эргономиста и формированию наиболее эффективного процесса проектирования. Последнее определяет успешность функционирования робототехники, и поэтому решаемая в работе проблема является актуальной научно-практической задачей.

Результаты исследования могут быть использованы как при подготовке учебных материалов для чтения лекций по проектированию и конструированию в предметном дизайне, так и при проектировании изделий на проектно-производственных предприятиях РФ для разработки перспективного сегмента робототехники.

Степень достоверности и апробация результатов. Результаты работы реализованы в дизайн-проектах образцов сервисной робототехники.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на международных конференциях «Современные техника и технологии» (РФ, г. Томск, НИ ТПУ, 2013), «Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования» (РФ, г. Ижевск, ИжГТУ, 2014), «Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе» (РФ, г. Пермь, ПНИПУ, 2016), «Международное сотрудничество: интеграция образовательных пространств» (РФ, г. Ижевск, УдГУ, 2016), «Мода и дизайн: исторический опыт — новые технологии» (РФ, г. Санкт-Петербург, СПбГУПТД, 2019); всероссийских конференциях «Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке» (РФ, г. Ижевск, ИжГТУ, 2013), «Молодежь. Наука. Современность» (РФ, г. Воткинск, филиал УдГУ в г. Воткинске, 2013), «Технология художественной обработки материалов» (РФ, г. Иркутск, НИ ИрГТУ, 2014), «Технология художественной обработки материалов» (РФ, г. Липецк, ЛГТУ, 2016), «Сфера дизайна XXI века. Дизайн и кибернетика» (РФ, г. Москва, МГХПА им. С.Г. Строганова, 2017), «Технология художественной обработки материалов» (РФ, г. Ижевск, ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, 2018); на научных семинарах кафедры дизайна Удмуртского государственного университета.

Дизайн-проекты сервисной робототехники были выполнены совместно с АО «Ижевский радиозавод» и на базе технопарка «Кванториум» Республиканского центра молодежного инновационного творчества «Технотроника» (г. Ижевск).

Исследование было поддержано грантом научно-исследовательских работ (грантов) молодых ученых, преподавателей и обучающихся УдГУ «Научный потенциал» в рамках реализации приоритетов развития УдГУ.

Публикации. По теме исследования опубликованы 19 печатных работ, в том числе 5 статей – в изданиях, рекомендованных Перечнем ВАК, 1 статья – на английском языке в издании, индексируемом в Web of Science, получен 1 патент на промышленный образец, подано 2 заявки на выдачу патента на полезную модель.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, основных выводов и результатов, списка литературы и приложений. Общий объем работы составляет 162 страницы, в том числе 45 рисунков и 16

таблиц. Список литературы содержит 285 наименований, в том числе 240 на русском языке и 45 на иностранных языках. Три приложения составляют 18 страниц.

ГЛАВА 1 МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РОБОТА КАК ДИЗАЙН-ПРОДУКТА

1.1 Эволюция робототехники

Историческая эволюция. Человечество всегда привлекала идея создания устройств, которые своим внешним видом были бы подобны живым существам, наделены большой физической силой, способны жить в воздухе, на земле и в воде, и в то же время могли бы действовать самостоятельно, выполняя за человека самую опасную, тяжелую работу и подчиняясь ему беспрекословно.

Первый исторический этап развития (III – I вв. до н. э.) робототехнических устройств характеризуется тем, что в данный период времени появилось большое количество легенд, мифов, сказаний о механических существах. Примерно в это же время начали создавать человекоподобные устройства, которые были предназначены для зрелищ или совершения ритуальных обрядов.

Еще в Древнем Египте, а затем в Вавилоне и Китае существовали статуи богов с подвижными головами и руками. Гомер в «Илиаде» описывал механических служанок бога Гефеста, а Аристотель в своих трудах рассказывал о механических куклах-марионетках. В I веке н.э. в работах Герона Александрийского были описаны многие автоматы, использовавшиеся в древности.

В период второго исторического этапа (XIII – XVIII вв.) произошел расцвет искусства мастеров, которые занимались созданием механических устройств, имитирующих животных или человека. Позднее техническое искусство развилось в промышленное производство, появились первые технологические устройства и станки-автоматы. Одновременно происходило формирование научных школ и направлений в данной области. В этот период впервые начали появляться сведения о создании первых андроидов – человекоподобных автоматов.

Заметный скачок развития андроидов произошёл одновременно с развитием часового ремесла. Механики-часовщики создали механических писцов,

музыкантов, рисовальщиков. Например, французский часовщик Жак Вокансон сделал «флейтиста», а швейцарские часовщики, отец и сын Пьер-Жак Дро и Анри Дро, изобрели целую серию механических автоматов. От имени последнего произошел термин «андроид».

Третий этап (XIX в. – середина XX в.) отмечен тем, что в данный период возник и начал повсеместно использоваться термин «робот», стали проектироваться и разрабатываться программируемые устройства манипуляционного типа, в том числе дистанционные копирующие манипуляторы. Были заложены основы для развития научных направлений в области вычислительной техники, а также кибернетики.

В конце XVIII в. часовое дело постепенно перестало играть большую роль в развитии техники, и о человекоподобных автоматах стали забывать. С эволюцией электроники и электротехники в начале XX в. эта идея вновь возродилась в работе американского инженера Дж. Венсли. Он разработал автомат «Телевокс», который выполнял не только заложенную в него последовательность операций, но мог озвучивать свои действия посредством звукозаписывающей аппаратуры. Следующий человекоподобный подвижный автомат был продемонстрирован в 1937 г. на Всемирной выставке в Париже. К этому времени термин «робот», введенный чешским писателем Карелом Чапеком, уже окончательно стал повсеместно употребляться, а писатели-фантасты начали активно использовать образ робота и идеи робототехники в своих произведениях.

Четвертый исторический этап (конец XX в. – начало XXI в.) – этап современной робототехники (рисунок 1.1). Роботы стали намного совершеннее, начали управляться от ЭВМ, область их применения расширилась от промышленного производства до научных исследований. Робототехника окончательно выделилась в единое научно-техническое направление.

Современные предшественники роботов представляли собой устройства, которые были способны перемещать на определенные расстояния объекты, т.е. являлись манипуляторами с ручным или автоматизированным управлением. Их появление было обусловлено тем, что требовалось заменить человека на опасных

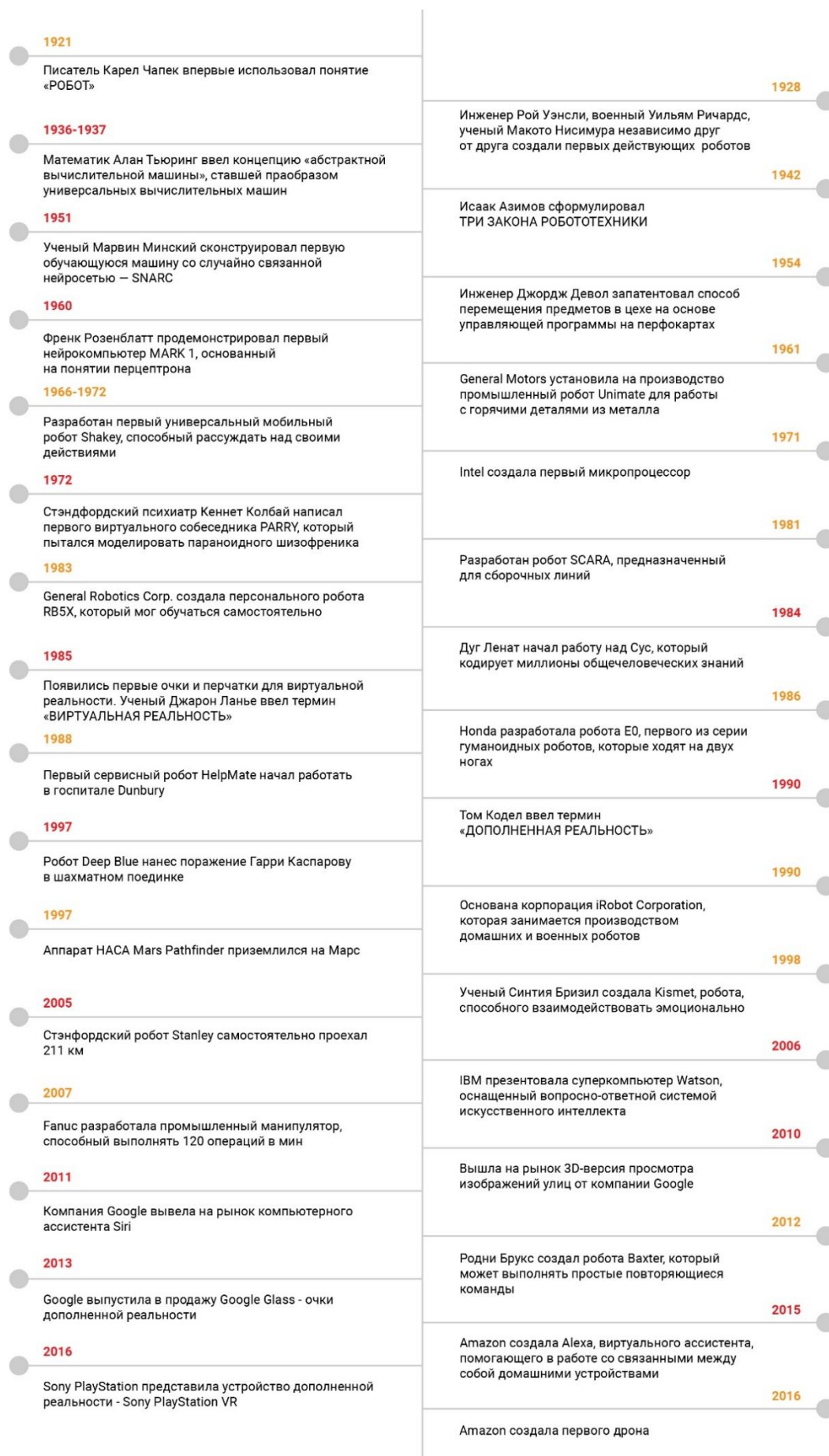


Рисунок 1.1 – Историческая эволюция робототехники в XX в.

для него работах. Такие роботы сначала были пассивными, не имели привода, их управление осуществлялось за счет мускульной силы человека, который ими управлял. Позднее были разработаны манипуляторы с приводами и различными вариантами управления. Первые промышленные роботы с развитой сенсорной системой, которая включала в себя систему технического зрения и ее управление, появились в 1980-х гг. [46, 71, 124, 142, 236, 259, 268, 278].

По уровню техники роботы достаточно отличаются друг от друга, поэтому среди них выделяют три поколения. Деление осуществляется исходя из их области применения и функционального развития (рисунок 1.2).

Роботы первого поколения – это роботы с программным управлением. Они были предназначены для того, чтобы выполнять последовательность заложенных программой операций, определяющихся технологическим процессом. Такие роботы управлялись с помощью заложенной в них программы при неизменных условиях эксплуатации. Они были не способны воспринимать сигналы, поступающие из внешнего мира и формировать отклик на раздражители. Такие роботы функционировали только в рамках заданной программы, и любое отклонение или сбой в ее работе вели к остановке или к выходу робота из строя [154, 205, 284].

Начиная с 1960-х годов, когда появились первые промышленные роботы, по настоящий момент формообразование роботов первого поколения существенно не изменилось. В период своего появления промышленные роботы представляли собой однозвенную руку-манипулятор, установленную на жестком неподвижном основании. Сервисные роботы появились чуть позже – в конце 1960-х – начале 1970-х гг., их внешний облик был подобен промышленным роботам, вместо руки-манипулятора на основании была закреплена жесткая геометрическая форма, имеющая табло, на которое выводилась информация в виде цифробуквенных кодов [154, 284].

Роботы первого поколения применяются до сих пор. В основном они используются для выполнения технологических, транспортных операций и других рутинных работ.

Роботы второго поколения являлись осязательными роботами, которые предназначены для выполнения операций сборки и монтажа. Они были способны собирать информацию о внешней среде. От роботов первого поколения они отличались более сложной системой управления, наличием большего количества встроенных в них датчиков, за счет которых могли выполнять операции в обстановке с меняющимися свое положение объектами. Программное обеспечение таких роботов должно было уметь обрабатывать поступающую с внешних каналов информацию и вырабатывать соответствующие сигналы в качестве ответной реакции.

Такие роботы появились в начале 1980-х годов. Система манипулирования промышленных роботов к тому моменту значительно усовершенствовалась, конструктивно они стали выглядеть более законченными, вытянулись визуально в высоту. Форма сервисных роботов стала более округлой, приближенной к гуманоидной, появились руки-манипуляторы.

Роботы второго поколения сегодня широко применяются на этапах сборочных операций, но наиболее распространенными в настоящий момент становятся роботы третьего поколения.

Роботы третьего поколения появились в начале 1990-х годов. Такие роботы существенно отличались от предыдущих за счет развитой моторной системы и могли перемещаться в пространстве. Моторика зависела от того, сколько степеней свободы было у исполнительной системы. Сенсорная система была достаточно разнообразной и включала в себя искусственные органы чувств, способные получать информацию из внешней среды [154].

Такие роботы являются интеллектуальными роботами, предназначенными для автоматизации работы человека, связанной с интеллектуальной деятельностью. Существенное их отличие от роботов второго поколения заключается в том, что они обладают сложным набором осуществляемых функций, их управляющая система является более совершенной и включала в себя элементы искусственного интеллекта.

Интеллектуальные роботы умеют считывать, принимать и передавать информацию путем построения поведенческой модели, близкой к человеческой. Они могут планировать свою реакцию на внешнюю среду, т.е. свое поведение, заранее, в следствие чего способны построить и осуществить движение исполнительской системы при неполном объеме получаемой информации [154, 205].

Последние несколько десятилетий проводятся исследования не только в области искусственного интеллекта, но также и эмоционального интеллекта. Формы роботов стали уже не просто гуманоидными, но антропоморфными, приблизившись визуально к внешнему облику человека. Роботизируются изделия, которые выполняют инструментальную функцию, такие как очки, перчатки, бытовая техника (рисунок 1.2).

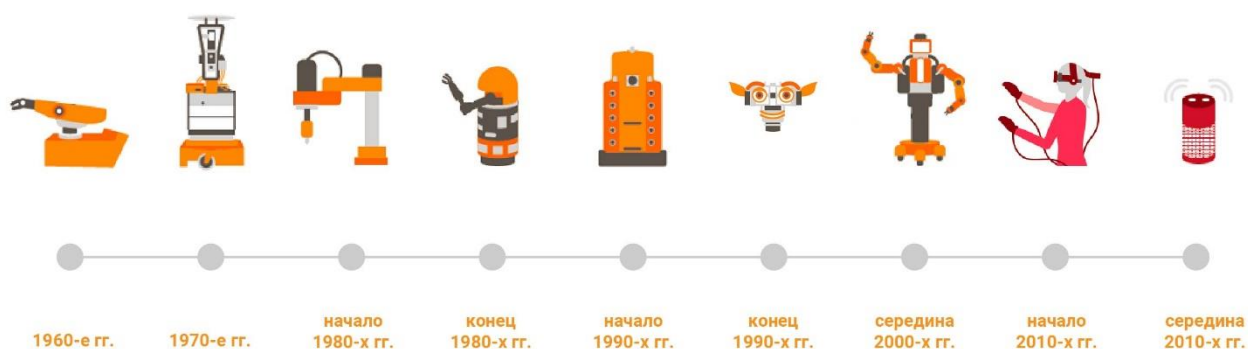


Рисунок 1.2 – Историческая эволюция формообразования робототехники в XX в.

Философская эволюция. Достаточно большое количество ученых на протяжении тысячелетий пробовали формализовать интеллектуальные задачи, установить определенные законы, по которым работает мышление человека. Правила и процедуры, лежащие в основе данных законов, позволили проанализировать деятельность человека и его мышление и создать сначала прообраз искусственного интеллекта, реализованный в первых роботах и компьютерах, а затем и разработать полноценные системы искусственного интеллекта.

Значительное развитие идея применения точных методов к анализу человеческого мышления получила в XVII-XVIII вв. с эволюцией точных наук [98].

Хотя вопросами формализации логики занимались еще древнегреческие философы.

Платон утверждал, что знания, умения и навыки могут быть представлены в виде определенных правил, распространяя данное положение и на человеческие взаимоотношения [116]. Между тем, Аристотель, который считается создателем формальной логики, задавшим основные правила рассуждений, считал, что применять формальные правила в вопросах этики не считается возможным, т.к. для решения таких задач необходимо обратиться непосредственно к обстоятельствам и учесть все мнения [183]. В концепции Аристотеля основой для различия живого и неживого являлась душа, без наличия которой движение было бы невозможно.

Рене Декарт интересовался идеей о разумных машинах и утверждал, что сознательность действий возникает не вследствие расположения органов, но благодаря работе разума, а отражением разума является душа. Поэтому он считал мысль о создании разумных машин невозможной [83, 134]. В противоположность Декарту Жюльен Офре Ламетри исключал душу в форме субстанции и утверждал, что во Вселенной существует только одна субстанция – силы природы, и человек является самым совершенным ее проявлением. По мнению Ламетри, природа в принципе является живой, поэтому он был не согласен с точкой зрения Декарта и утверждал, что каждый элемент машины является живым элементом [134, 138, 139]. Такая точка зрения, несмотря на ее крайний механицизм, открывала возможность применения точных наук к исследованию человека и его деятельности.

Томас Гоббс в своих работах признавал возможность сведения человеческого мышления к формальным операциям, которые порождаются логикой, утверждая, что арифметические операции, произведенные в уме, и их результат являются рассуждением, обозначающим человеческие мысли [76, 134].

Работы Готфрида Вильгельма Лейбница развили идеи о формализации мышления. Лейбниц пытался создать систему правил, определенный математический язык, который смог бы помочь сформулировать любое сложное понятие, и считал, что такой язык позволит решить любую проблему [93].

Несмотря на то что ему не удалось прийти к конкретному практическому результату, он создал двоичную систему счисления, его работы легли в основу задач, решаемых теорией искусственного интеллекта [134].

Если ученые эпохи Просвещения отдавали предпочтение искусственному перед естественным, то Жан-Жак Руссо поднял проблему зависимости человека и его естественных потребностей от созданной им культурной, искусственной жизненной среды, утверждая, что основной целью человека является правильное понимание жизни, потребности которой изучаются наукой [193].

Данные положения были продолжены в дальнейшем в трудах русских философов XIX – начала XX вв. В частности, Лев Николаевич Толстой придерживался мнения, что условия существования человека определяются только сознанием и поэтому с трудом поддаются изучению наукой. Наука – лишь один из аспектов подлинно истинного знания [206].

В середине XX в. философия переоценивает точку зрения Руссо и его последователей и подвергает сомнению его уверенность в изначальном природном благе. С одной стороны, продукты материальной культуры облегчают жизнь человека, но, с другой – привычка человека жить в искусственной среде ослабляет его настолько, что он становится не способен выжить при более суровых природных условиях. Поэтому основной опасностью, по мнению философов, является то, что машина способна подчинить человека настолько, что она заставит его поклоняться ей как божеству [102].

Если рассматривать сферу применения робототехники сегодня, то она очень многообразна. Автоматика используется практически во всех областях деятельности человека, начиная от сферы обслуживания и заканчивая высокотехнологичными направлениями. Роботы незаменимы в экстремальных чрезвычайных условиях, они освободили человека от утомительного однообразного труда. В 1960 г. Алан Тьюринг отмечал, что можно будет надеяться, что машины смогут соперничать с людьми во всех интеллектуальных областях [207], сегодня Илла Реза Нурбахш (профессор робототехники в университете Карнеги Меллон (США), глава научно-исследовательской лаборатории CREATE

Lab, в прошлом руководитель проектов о робототехнике в исследовательском центре NASA) прогнозирует, что роботы скоро перестанут выглядеть как роботы, и их трудно будет опознать, как и технологии в целом [273], а Клаус Шваб (немецкий экономист, основатель и бессменный президент Всемирного экономического форума в Давосе) задается вопросом, какую ответственность несет человечество, создавая и используя всё больше таких инноваций, как квантовые вычисления, блокчейн и криптовалюты, искусственный интеллект, дополненная реальность, машинное обучение и работа с данными, и утверждает, что действия, совершаемые сегодня, влияют на цепочку событий, трансформирующих мир [228]. Поэтому вопрос, возникающий при использовании роботов в настоящее время, заключается в том, как выстроить взаимоотношения между роботом и человеком, чтобы соблюсти необходимый баланс между естественным и искусственным.

Культурная эволюция. Технологии развиваются, люди воспринимают механические устройства больше, чем инструмент или средство развлечения. С изменением представлений о роботах меняется и отношение к ним, появляются страхи, что человеческие творения могут заменить самого человека. Наиболее сильно эти идеи отражаются в художественной литературе и кино. Противопоставление мира машин человеческому миру, уподобление образа робота человеку и наделение его не только возможностью выражать человеческие эмоции, но и способностью ощущать различный спектр чувств представлено во многих литературных, кино- и мультипликационных произведениях XX и XXI вв.

Научная революция стала предметом исследования в шедеврах художественной литературы, созданных такими английскими и немецкими романтиками XIX в. как Мэри Шелли в романе «Франкенштейн, или Современный Прометей» [230] и Эрнст Теодор Амадей Гофман в новеллах «Автомат», «Песочный человек» [78, 79]. Авторы противопоставили естественное и искусственное, созданное не божественным творцом, а человеком, и провели четкую грань между наукой и моралью. По их мнению, наука является способом познания мира, и если душа – средоточие нравственной силы, которую невозможно познать, то искусственный человек, созданный из мертвой материи, состав и

структура которой четко определены, эту силу познать и найти в себе никогда не сможет [102].

Осознание противоречий научно-технического прогресса становится в дальнейшем темой для размышлений многих писателей XX в.

Искусственный человек, или робот, как культурный феномен появился с пьесой Карела Чапека «R.U.R.», написанной в 1921 г., в которой был описан конвейер, где роботы собирают самих себя. Главный вопрос произведения заключался в том, справедливо ли эксплуатировать таких искусственных людей, и какими последствиями может обернуться положительный ответ. Результатом создания «R.U.R.» стала популяризация термина «робот» (чеш. *robot* – «каторга, тяжёлая работа») [222].

Значительный вклад в формирование образа робота в литературе внес Айзек Азимов, один из трёх отцов-основателей научной фантастики XX века (двое других – Артур Кларк и Роберт Силверберг). В рассказе «Хоровод», созданном в 1942 г., им были сформулированы «Три Закона Робототехники»: «робот не может причинить вреда человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинён вред», «робот должен выполнять приказы человека в той мере, в которой это не противоречит Первому Закону», «робот должен заботиться о своей безопасности в той мере, в которой это не противоречит Первому и Второму Законам» [24]. Азимов в своих произведениях при помощи применения данных законов показывает, что любые не только враждебные, но недружественные действия робота по отношению к человеку исключены. Также Айзеком Азимовым в 1986 г. в произведении «Роботы и Империя» был выведен «нулевой» закон робототехники: «Робот не может причинить вред человечеству или своим бездействием способствовать этому» [23].

По мнению классиков американской фантастики Роберта Шекли и Рея Брэдбери и классиков советской фантастики братьев Аркадия Натановича и Бориса Натановича Стругацких, привязанность к искусственному миру вещей, удовлетворяющих все потребности человека, становится опасной, потому что человек, отказавшийся от природы и полностью зависящий от машин и технологий,

обречен, но в то же время спасение человечества от природных стихий заключается в продуктах цивилизации, способных эти стихии сдерживать [61, 102, 203, 229].

Двойственность точки зрения на искусственный мир машин и технологий, окружающих человека, нашла выражение в кино- и мультипликационных произведениях (рисунок 1.3).

Проблематика мыслящих машин впервые была показана в научно-фантастической антиутопии «Метрополис», снятой на немецкой киностудии «UFA» режиссером Фрицем Лангом в 1927 году. Образ искусственного существа, представляющего угрозу человеку, но вместе с тем не поднимающего на него руку, демонстрировался в различных фильмах, начиная с персонажа робота-охранника, который представлял из себя гигантского человекоподобного робота, который уничтожил боевую технику, не причинив, тем не менее, вреда окружающим людям, из американского фильма «День, когда земля остановилась», вышедшего в 1951 г., и заканчивая боевым антропоморфным роботом-персонажем Арнольда Шварценеггера, основной задачей которого было защищать человека от себе подобных для сохранения мира на планете в будущем, в фильме Джеймса Кэмерона «Терминатор», вышедшем на экраны в 1984 г. [82, 226].

В 2001 г. был снят фильм «Искусственный разум», в котором человечество создает андроидов, наделенных искусственным интеллектом. Венцом технологии стала разработка андроида-ребенка, способного испытывать человеческие чувства. В 2004 г. вышел фильм «Автостопом по галактике». Главный герой фильма – робот Марвин, страдающий тяжелой формой депрессии. Робот ВАЛЛ-И из мультфильма «ВАЛЛ-И» — обычный мусорщик, наивный романтик, чьим собеседником и другом до определенного момента является только таракан, который влюбляется в робота нового поколения ЕВУ [226].

С выходом серии рассказов Айзека Азимова о трех законах робототехники получили популярность мультфильмы в стиле аниме, главными героями которых являются боевые роботы. Среди наиболее представителей этого жанра — мультфильмы «Трансформеры» и «Призрак в доспехах».

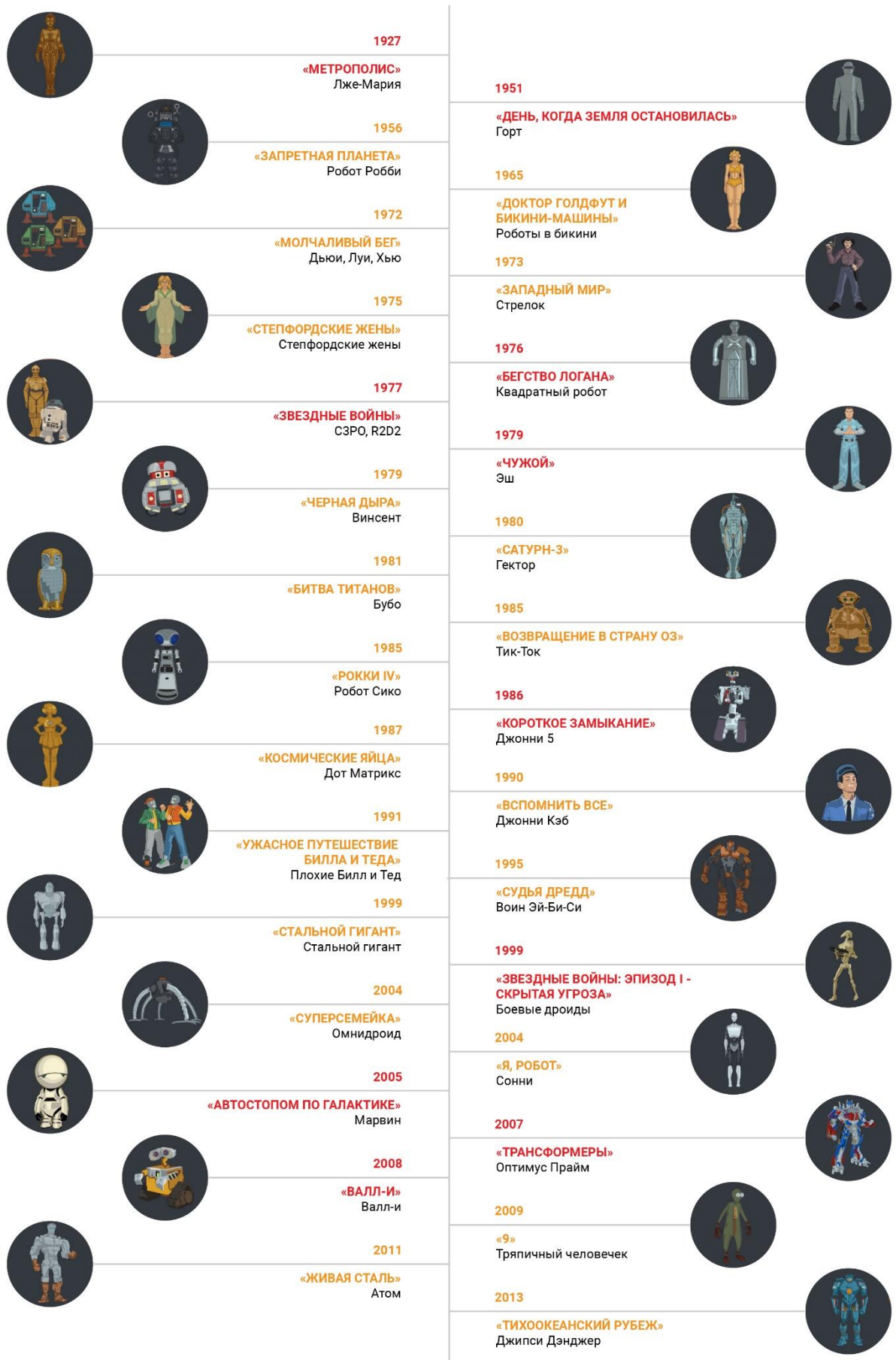


Рисунок 1.3 – Эволюция робототехники в кино- и мультфильмах

Сюжеты данных мультфильмов преимущественно основаны на идее возникновения угрозы планете от неизвестных агрессоров, обладающих высоким уровнем развития техники, и остановить их люди могли лишь работая команде с огромными человекоподобными роботами, которые имели развитую систему чувств («душу») и могли контролировать свои действия [108, 218].

Фантастические фильмы и мультфильмы отразили страхи человечества, надежды и попытки наделить механические создания помимо развитого искусственного интеллекта человеческими эмоциями и чувствами [166].

Наделение роботов человеческими качествами не случайно. Образ робота от бездушного механизма, который способен лишь выполнять черновую работу на производстве, эволюционировал до полноценного партнера, имеющего «душу», способного испытывать эмоции и контролировать действия, позволяя свыкнуться с мыслью, что автоматизация прочно вошла в жизнь человека [81].

1.2 Анализ классификаций робототехники

Эволюция робототехники показывает, насколько быстрым является развитие данной отрасли. От появления первого робота, который мог выполнять самые простые операции, до массового производства робототехнических комплексов прошло не более 70 лет.

Как показывает статистика, рост в индустрии робототехники продолжает быть взрывным. Сегодня существует огромное многообразие роботов, которые упрощают жизнь человека не только в быту, но и на производстве.

Международные стандарты ISO по робототехнике. Международные стандарты ISO являются общепризнанной оценочной системой, которая на сегодняшний день используется в качестве эталонной основы стандартизации. Международные стандарты ISO применяются к технологическим комплексам, а не к отдельной группе изделий производства [247].

В Международной организации по стандартизации существует Комитет по робототехнике ISO/TC 299. Его цель состоит в том, чтобы разработать стандарты

высокого качества для безопасности промышленных и сервисных роботов, чтобы обеспечить качественный выход на рынок инновационных роботизированных продуктов. Кроме того, еще одной целью комитета является способствование росту рынка робототехники путем введения стандартов в таких областях, как терминология, измерение характеристических параметров и агрегатирование. Областью приложения сил данного комитета является вся область робототехники, исключая игрушки и военную технику [248].

Комитет по робототехнике ISO/TC 299 Международной организации по стандартизации выделяет следующие группы стандартов в области робототехники, которыми надлежит руководствоваться производителям и потребителям (рисунок 1.4):

- термины и общие положения;
- документы для роботов по персональному уходу;
- документы для промышленных роботов;
- документы для сервисных роботов;
- документы для медицинского электротехнического оборудования [241-244, 246, 248-250, 267].

Российские стандарты по робототехнике. Документы по стандартизации Российской Федерации включают в себя, помимо национальных стандартов и правил стандартизации, классификацию и классификаторы, содержащие технико-экономическую и социальную информацию [112]. Данные документы во многом соответствуют стандартам по робототехнике Международной организации по стандартизации.

Стандарты по робототехнике РФ делятся на (рисунок 1.5):

- документы, содержащие термины и общие положения;
- общие требования для роботов и робототехнических устройств;
- документы для промышленных роботов;
- документы для промышленных манипуляционных роботов;
- документы для роботов по персональному уходу [4, 6, 190].

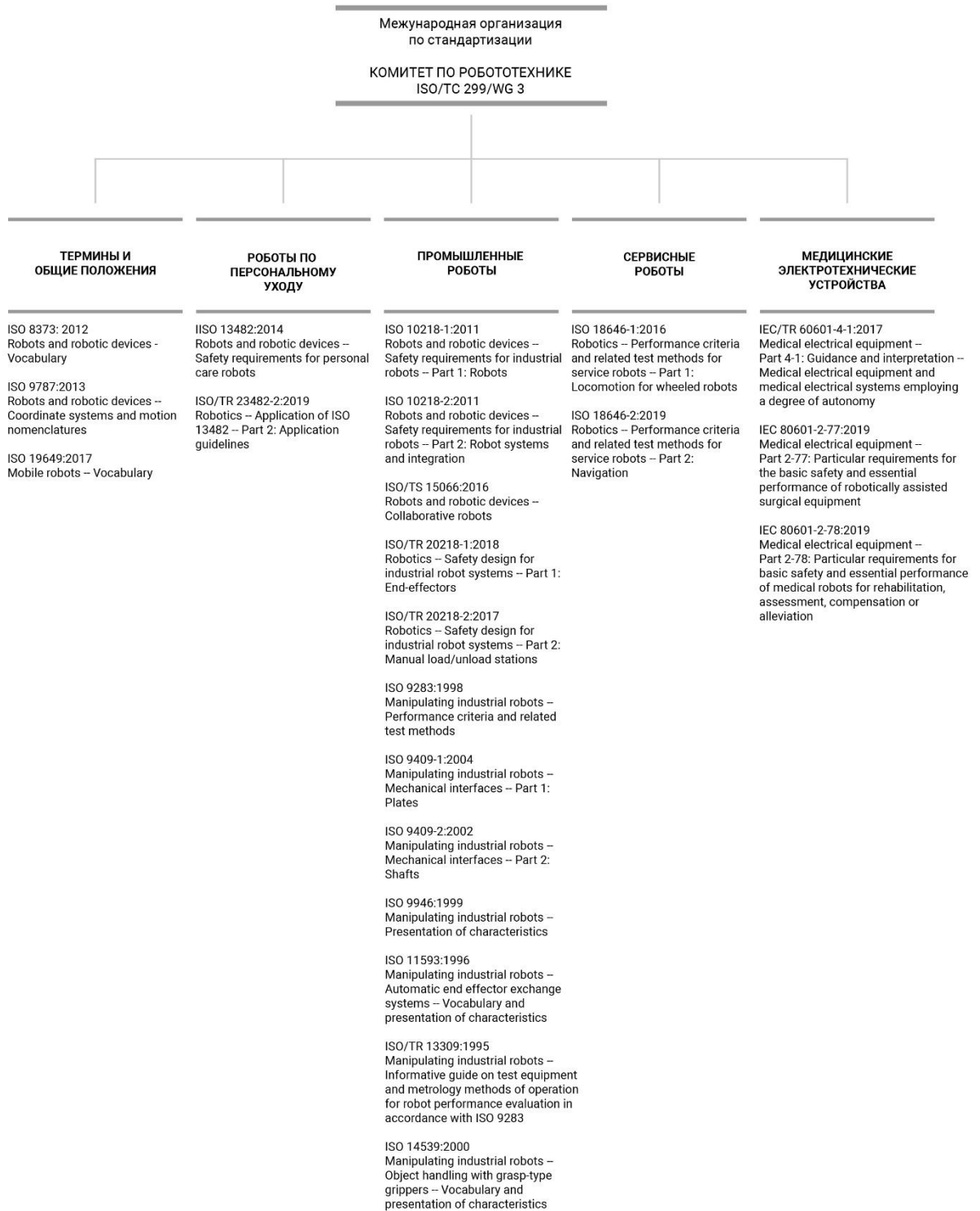


Рисунок 1.4 – Стандарты по робототехнике Международной организации по
стандартизации

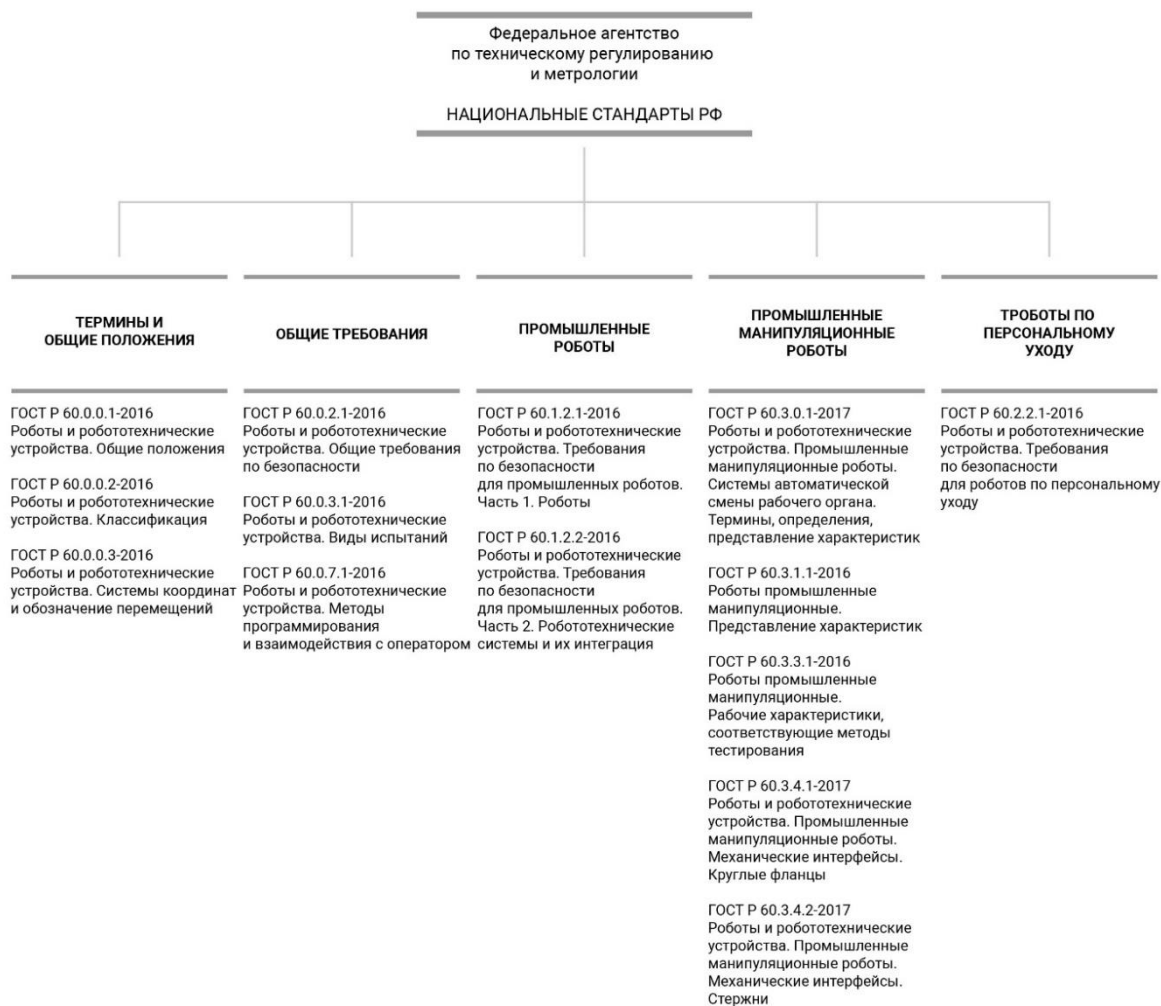


Рисунок 1.5 – Национальные стандарты РФ по робототехнике

Определения роботов и робототехнических устройств. Согласно международному стандарту ISO 8373:2012 Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения, которому соответствует ГОСТ Р ИСО 8373-2014 Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения, под термином «робот (robot)» понимается «приводной механизм, программируемый по двум и более осям, имеющий некоторую степень автономности, движущийся внутри своей рабочей среды и выполняющий задачи по предназначению, который включает в себя систему управления и интерфейс системы управления» [6, 245].

Термину «обслуживающий робот (service robot)» соответствует определение «робота, выполняющего полезную работу для людей и оборудования, исключая промышленные задачи по автоматизации».

Под «персональным обслуживающим роботом (personal service robot)» понимается «обслуживающий робот для персонального использования», т.е. робот, используемый для непрофессиональных некоммерческих работ [6, 245].

Согласно ГОСТ Р 60.0.0.1-2016 Роботы и робототехнические устройства. Общие положения «робот» – это «исполнительный механизм с двумя или более программируемыми степенями подвижности, обладающий определенным уровнем автономности и перемещающийся во внешней среде с целью выполнения поставленных задач». Тогда как «сервисный робот выполняет нужную работу для человека или оборудования» [4].

Существует еще одно функциональное определение термина «робот» (определение STA): «роботом можно назвать любое устройство (механизм), выполняющее предназначенные ему действия, которое одновременно отвечает трем условиям: 01. SENSE: воспринимать окружающий мир с помощью сенсоров. 02. THINK: понимать окружающий физический мир и строить модели поведения, для того чтобы выполнять предназначенные ему действия. 03. ACT: воздействовать на физический мир, тем или иным способом» [28].

Увеличение темпов роботизации приводит к тому, что общество начинает задумываться о социальных последствиях технологических изменений. Сегодня поднимается даже вопрос о том, может ли робот считаться субъектом правовых отношений, что дает возможность охарактеризовать робота с позиции механизма, имеющего физическое искусственное начало и достаточную степень автономности действий [113].

Классификации роботов и робототехнических устройств. Разделение объектов рынка робототехники совпадает с классификацией ISO и РФ роботов по областям применения [5, 182].

Международный стандарт ISO 8373:2012 «Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения» делит роботов на промышленных и обслуживающих в соответствии с их назначением [245].

ГОСТ Р 60.0.0.2-2016 «Роботы и робототехнические устройства. Классификация» распределяет всех роботов на две категории: — промышленные

роботы и сервисные роботы. Каждая из этих категорий, в свою очередь, делится на отдельные группы в соответствии с определенными признаками [5].

Следует выделить несколько измерений в типологии промышленной и сервисной робототехники (рисунок 1.6):

А. По типу рынка, отрасли промышленности или хозяйства, применяющего робототехнику.

В. По области применения.

С. По типу физической формы.

Д. По степени автономности управления.

Е. По типу системы управления.

Ф. По степени подвижности.

Г. По функциональному назначению.

Н. По уровню универсальности.

И. По конструктивным признакам [5, 51, 123, 241, 242, 244, 249, 250, 270].

Необходимо учитывать, что такое разделение робототехнических изделий довольно условно. Быстрому развитию робототехники способствует появление новых продуктов, которые обладают более развитыми функциональными возможностями, что усложняет классификацию.

Международные исследователи пользуются разными классификационными системами робототехники. Международная федерация робототехники (International Federation of Robotics) ориентируется на международные стандарты ISO и различает две крупные группы: промышленные роботы и сервисные роботы [28, 260, 266]. Российские стандарты по робототехнике ориентированы на систему Международной организации по стандартизации и приведены в соответствие с действующими стандартами ISO в данной области.

ГОСТ Р 60.0.0.2-2016 приводит классификацию сервисных роботов по следующим признакам:

- возможности передвижения;
- области применения [5].

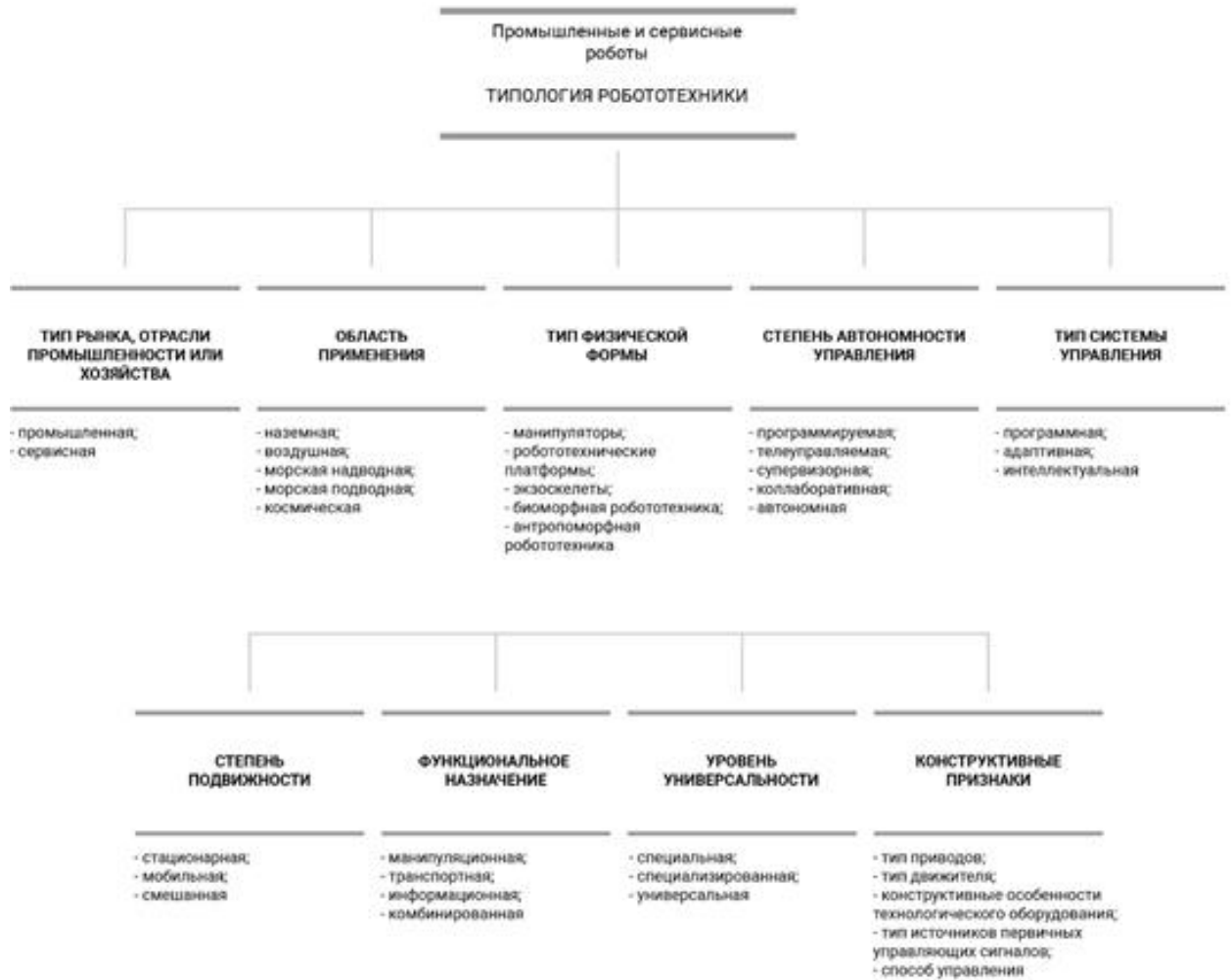


Рисунок 1.6 – Типология промышленной и сервисной робототехники

На основании международного стандарта ISO 8373:2012, ГОСТ Р 60.0.0.2-2016 и данных Международной федерации робототехники сервисную робототехнику можно разделить на определенные группы в зависимости от области их применения: роботы для личного и домашнего использования и для профессионального использования (рисунок 1.7) [5, 6, 87, 243, 245, 260, 266, 285].

Как можно видеть на рисунке 1.7, существует множество видов сервисных роботов. Некоторые из них очень популярны и находятся в очень хорошей степени технологической зрелости, а некоторые существуют в единичном экземпляре.

В качестве объекта исследования в диссертации рассматриваются персональные сервисные роботы для работ по дому, для досуга, а также обеспечивающие безопасность и надзор за домом.

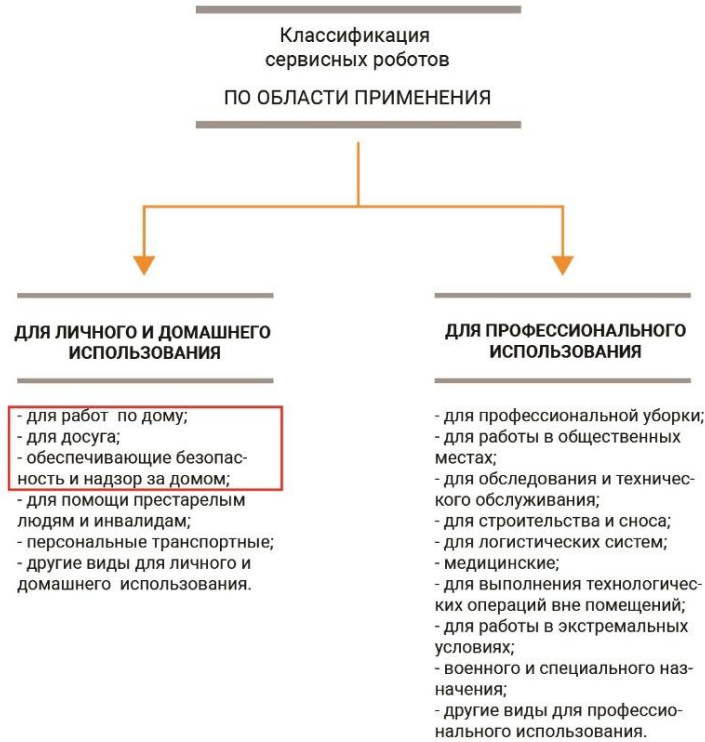


Рисунок 1.7 – Классификация сервисных роботов по областям применения

Классификация социальных роботов. Сервисный персональный робот помимо своего функционального назначения выполняет еще социальную функцию, находясь в тесном взаимодействии с человеком. Отдельные типы сервисных персональных роботов называют еще социальными роботами [106].

Термин «социальная робототехника» начал использоваться в 90-х гг. XX в. с целью расширения области применения роботов от решения узких прикладных задач в промышленности до их включения в социальную деятельность человека [73, 260]. Основная цель социальных роботов заключается в том, что они, выполняя свои функции, должны взаимодействовать с человеком путем соблюдения сложившихся социальных норм и правил с помощью использования таких систем коммуникации, как язык, невербальная коммуникация, а также системы распознавания эмоций, учета возраста, гендера, социальной роли пользователя [73, 106, 107].

Выделяют следующие социальные роли робота во взаимодействии с человеком: во-первых, робот рассматривается с функциональной точки зрения как инструмент; во-вторых, робот может воплощать какой-либо образ, используемый человеком, выступая в качестве аватара; в-третьих, робот способен

компенсировать определенные физические ограничения человека, являясь продолжением его тела; в-четвертых, он может брать на себя социальную роль, которую возлагает на человека общество, являясь социальным партнером [254].

Поскольку сегодня социальное взаимодействие человека с высокотехнологичными устройствами возрастает, роботы могут служить связующим звеном между людьми и современными технологиями [264]. Вне зависимости от того, какую роль играет робот, при взаимодействии с человеком на него возлагаются определенные социальные функции, он должен выстраивать и поддерживать взаимодействие путем приема, обработки и передачи сигналов, реализуемых соответствующим образом, т.е. должен обладать социальным интерфейсом. Учитывая область применения и функциональности робота, а также параметры целевой аудитории, для которой он предназначен, можно говорить о том, что робот должен обладать также и культурным интерфейсом [144], т.е. его дизайн должен сочетать в себе как черты интерфейса «человек-машина», так и черты традиционных культурных форм [216].

В современной культуре дизайн чаще всего определяет роль проектируемого объекта, формирует предметную среду, тем самым влияя на ценностные установки людей. Дизайн робота или его культурный интерфейс является важным средством коммуникации, с помощью которого устанавливается взаимодействие человека и машины.

В основе культурного интерфейса робота лежит взаимосвязь области применения, функций и особенностей пользователей. Для его грамотного проектирования необходимо найти баланс между функциональными и социальными ролями, которые реализует робот [34, 105].

С функциональной точки зрения социальные роботы делятся на ассистентов, компаньонов и медиа-роботов [73, 103]. Ассистенты – роботы, выполняющие функции в сфере обслуживания. Они могут не только исполнять роль ассистента, помощника человека, но и равного члена команды. Компаньоны – роботы, выполняющие функции, связанные с терапевтическим воздействием на психику человека, стимулированием его эмоций, дружеской поддержкой. Медиа-роботы,

выполняющие функции в сфере развлечения – это роботы-артисты, певцы, музыканты [105, 279]. Данная классификация имеет прямую связь с классификацией сервисной робототехники для личного и домашнего использования согласно международному стандарту ISO 8373:2012, ГОСТ Р 60.0.0.2-2016 и данных Международной федерации робототехники [5, 6, 107, 245, 260, 266].

1.3 Анализ методов инженерного проектирования робота как средства транспорта

Промышленное производство создает продукцию с учетом, прежде всего, технико-экономических характеристик и их коммерческой жизнеспособности [2, 3]. Менее всего учитываются характеристики, направленные на удовлетворение человеческих потребностей, такие как эргономические и эстетические. Поэтому задача поиска гармоничной взаимосвязи инженерного и дизайн-проектирования является достаточно актуальной [65].

Подход к проектированию изделий проще всего выстраивать, объединяя их в определенные группы с присущими только данной группе характеристиками [80, 89]. Для выявления специфики работы дизайнера при проектировании робототехники требуется выполнить сравнительный анализ инженерного проектирования и дизайн-проектирования [133]. Так как типов робототехники существует достаточно большое количество, следует рассмотреть отдельно дизайн-проектирование средств транспорта и промышленных изделий [41].

В разный период времени исследователи предлагали свою структуру проектирования изделия.

Так, Джон Кристофер Джонс считал, что следует выделять следующие этапы проектирования: составление технического задания, оценка исходной ситуации и определение задач на проект, поиск возможных решений, оценка решений, утверждение итогового решения [86, 87].

Евгений Николаевич Лазарев предлагал структуру проектирования машин, где, в первую очередь, требовалось владеть методами и средствами проектирования для обработки проектного материала, выражая результат посредством определенных вещественных носителей [89, 135, 136].

Сегодня существуют определенные стандарты, регламентирующие производство продукции. Основным видом деятельности, который связывает между собой все стадии производства продукции, является стандартизация. Ее применение в дизайн-процессе и выстраивание взаимодействия проектных методов дизайна и методов стандартизации существенно ускорит процесс проектирования изделия.

Процесс проектирования имеет определенную структуру, где есть конкретная последовательность этапов разработки проекта, применяемых процедур и технических средств. Стадии проектирования и разработки продукции определены ГОСТ 2.103–2013 [1], ГОСТ Р 15.201–2000 [2], ГОСТ Р 56645.1-2015 [3]. При этом стадии дизайн-проектирования соответствуют стадиям инженерного проектирования (стадии постановки технического задания, разработки технического предложения, проработки эскизного проекта и выполнения рабочего проекта), образуя между собой единый процесс создания продукции. При инженерном проектировании разрабатывается конструкция изделия на основе используемых материалов и существующих на предприятии технологий, т.е. материальная основа изделия, в процессе дизайн-проектирования прорабатывается форма с учетом эргономических и эстетических параметров, т.е. эта основа наделяется удобством использования и красотой [40, 50].

Транспортное средство должно решать определенные функциональные задачи, возложенные на него, что определяет его конструкцию и форму [182, 233]. При этом внутренняя и внешняя форма должны быть гармонично взаимосвязаны [48]. Соответственно, проектирование средств транспорта в рамках заданных стадий имеет свою последовательность и состав этапов.

Юрий Аронович Долматовский предлагал следующий состав этапа эскизного проектирования: предварительная разработка кузова и компоновки транспортного

средства, компоновка внутреннего пространства, разработка эскизов и чертежей в определенном масштабе, проверка компоновки на поисковом макете, изготовление доводочного макета, снятие с него шаблонов для разработки поверхности кузова [92].

Януш Павловский считал, что существуют две системы проектирования транспортного средства: последовательная и комплексная. В рамках последовательной системы документация передается от специалиста к специалисту, комплексная является синтезом общей проектной работы [167].

Александр Павлович Петров и Вячеслав Иванович Песков в своих работах рассматривали процессы автоматизированного проектирования транспортного средства, предлагая для решения антропометрических задач использовать электронный манекен человека [173, 174].

Специфические особенности проектирования средств транспорта заключаются в том, чтобы найти гармоничную связь наружных и внутренних форм [163, 187], при этом не пренебрегая вопросами формообразования, уделяя достаточно большое количество внимания материалам и технологиям [48].

Достаточно важным требованием к средствам транспорта является создание такой формы, которая бы отвечала всем требованиям аэродинамики, что влечет за собой тщательную проработку объемно-пространственной структуры и тектоники изделия [54, 69, 146, 215]. Т.к. средства транспорта выполняют четко заданную функцию – перевозить пассажиров и грузы, – то к вопросам внутренней планировки, эргономики проявляется высокий интерес со стороны проектировщиков [25, 152, 182, 192].

Инженерное проектирование робота, подходящего под определение средства транспорта, тесно связано с его структурным проектированием (конструктивно-компоновочным, модульно-комбинаторным) [69, 182]. Робототехника, проектируемая как транспортное средство, реализует одновременно несколько функций в отличие от традиционных автомобиля или квадроцикла. Например, это может быть сочетание транспортной и охранной функций, или транспортной и исследовательской. Поэтому структура робота, его компоновка, элементы, включая

их состав, расположение, размеры, технология производства и используемые материалы должны работать в совокупности, обеспечивая хорошую реализацию его функционального назначения, удобство и надежность в эксплуатации, экономию производственных ресурсов при его изготовлении.

Комплексная стандартизация и унификация роботов и составляющих его компонентов является одной из основных задач проектировщика. Унификацию можно разделить на три уровня, которые распределяются по степени укрупнения объектов: унификация компонентов роботов, унификация роботов, унификация робототехнических комплексов. В условиях того, что новые типы роботов появляются постоянно, их необходимо достаточно быстро и качественно производить и эксплуатировать, поэтому хорошо отработанные и серийно выпускаемые унифицированные компоненты – по сути, единственно возможная основа развития робототехники.

Существуют несколько принципов унификации функциональных компонентов техники (устройств управления, приводов), которые можно применить в том числе и к робототехнике. Первый принцип – модульный принцип построения, который заключается в том, что изделие проектируют из нескольких, уже существующих модулей, которые могут быть как механическими, так и электронными или программными. Модули унифицированы по функциональному назначению и условиям сопряжения друг с другом (по конструкции, входным и выходным параметрам и т. д.).

Наряду с модульным существуют и другие принципы построения робототехники, тоже основанные на идее унификации – это принципы базового изделия и агрегатного построения. Первый принцип заключается в создании гаммы (семейства) изделий, повторяющих конструкцию первоначально отработанного базового изделия, но в других габаритах и грузоподъемности. Принцип агрегатного построения заключается в создании различного назначения и компоновок из унифицированных сборочных функциональных единиц – агрегатов [80].

Данные принципы позволяют использовать разнообразные подходы, комбинируя различным образом элементы робота, позволяя решить поставленную

перед проектировщиком задачу минимальными средствами. Грамотное проектирование робота, основанное на модульном принципе, принципах базового изделия и агрегатного построения, расширяет его функциональные, эксплуатационные и модернизационные возможности [184].

При разработке робототехники необходимо уделить внимание проблеме взаимодействия человека и робота, обеспечения эффективности их совместной работы. Также особо следует рассматривать задачу по обеспечению безопасности робототехники путем внимательного распределения функций между человеком и роботом. Эргономичность конструкции робота в первую очередь заключается в эргономичности его внешней формы. Эргономические задачи решаются при конструировании панелей и органов управления, дисплеев или экранов, других средств подачи сигналов; средств обслуживания и эксплуатации робототехники [25, 31, 37, 153].

1.4 Анализ методов художественного проектирования робота как промышленного изделия

При проектировании промышленных изделий необходимо решить несколько задач: во-первых, установить зависимость формы от функционального назначения изделия, во-вторых, найти связь внешней формы изделия с его конструкцией и материалами, из которых оно изготавливается, в-третьих, определить гармоничность его внешней формы посредством работы с композиционными составляющими (тектонической, объемно-пространственной, цветографической, светопластической) [65, 212]. Также в проектную задачу входит поиск взаимосвязи изделия с его будущим окружением, т.к. от этого зависит его позиционирование на рынке сбыта, маркетинговое продвижение.

При проектировании промышленных изделий проектировщику приходится решать задачи по их эргономике, т.е. создавать внешнюю форму изделия таким образом, чтобы сама форма говорила о том, как это изделие работает [25, 153]. Увязка внутреннего содержания с внешней формой, проблема связи механизма и

внешней оболочки предмета осуществляется здесь в самой элементарной форме. Внешняя форма изделия, его детали должны демонстрировать его функциональное назначение, состав и структуру и при этом быть связаны в единую цельную композицию [152, 182].

Иван Тимофеевич Волкотруб предлагал процесс проектирования начинать со знакомства с проектным заданием. Большое количество времени в процессе проектирования он отводил эргономическому этапу, на этапе художественно-конструкторского проектирования особенно выделял процесс эскизирования [67].

О важности скетчинга в процессе проектирования промышленных изделий также писал Александр Отт [165].

Эскильд Тьялве говорил о том, что, прежде чем приступить к конструированию, необходимо в сотрудничестве с потребителем составить перечень желаемых свойств, и выделял пять основных среди них: структуру, форму, материал, размеры и поверхность [208].

Владимир Федорович Рунге и Борис Евгеньевич Кочегаров утверждали, что единство содержания и формы достигается взаимосвязанным учетом проектных факторов. Среди формообразующих факторов они выделяли функции изделия, функциональные элементы и компоновку, которая строилась на основании выбора общей формы и формы элементов, на которые влияли размеры, поверхности и материал [128, 191].

О важности применения стандартизации и унификации в проектировании промышленных изделий писал Александр Александрович Грашин [80].

Художественное проектирование робота, выполняющего функции промышленного изделия, выражается в поиске и материальной реализации задуманного художественного образа. Основной задачей, которую должен решить дизайнер в данном случае, является выражение зримой взаимосвязи внешней формы робота с его внутренней структурой, которая зависит от его функциональных параметров и области применения. При этом дизайнер должен очень ясно представлять облик потребителя, который будет использовать данный продукт, и окружающую его среду [50].

Основными рабочими категориями дизайнерского проектирования такого вида робототехники являются образ, форма, эстетическая выразительность. Ключевой вопрос дизайна о конкретном проявлении связи формы и содержания (функции) в технике соотносится с рядом основных категорий и понятий теории композиции [174]. Наиболее важные композиционные качества определяют форму робота и являются обязательными. К ним относятся объемно-пространственная структура и тектоника, а также пропорциональность, масштабность, композиционное равновесие, единство стиля и образность формы, колористическое и тональное единство, которые обеспечивают гармоничную целостность формы [50]. Сложность конструкции робота влияет на сложность композиционного решения. Перед дизайнером ставится непростая задача поработать с объемно-пространственной структурой и тектоникой робота таким образом, чтобы сохранить необходимые внутренние связи, не нарушая их логики [94, 182]. Единство стиля и образность формы обеспечивается не только обычными, «классическими» средствами композиции, такими как пропорции, ритм и метр, контраст и нюанс, цвет и тон, фактура и текстура материала и т. д [174, 225]; его достижение такого единства зависит от умения дизайнера передать дух времени в самом облике вещи.

Дизайн-проектирование робототехники является системным процессом, требующим всестороннего анализа и синтеза для решения задач, среди которых нет первостепенных или второстепенных, т.к. робот – это системный объект, структурные связи которого достаточно сложны.

1.5 Проектирование робота как дизайн-продукта в контексте промышленного производства

Сервисные роботы как продукт относятся к категории дорогих и высокотехнологичных в секторе B2C (англ. business-to-consumer – «бизнес для потребителя»). К этому же сектору принадлежат новые автомобили, компьютеры и мобильная техника, недвижимость и еще целый ряд товаров [22, 84, 157].

Проектировать робототехнику сегодня может практически любой, существует огромное количество информации по ее конструированию в свободном доступе. Но надо очень ясно представлять конечную цель создания робота. Очень многие конструкторы создают продукт ради продукта, не понимая, что необходимо учитывать желания потребителя, что существуют определенные законы рынка, на которые необходимо ориентироваться. Высокотехнологичные секторы являются основными путями для роста экономики сегодня [32, 84, 214].

Рынок сервисных роботов считается одним из самых динамичных и перспективных. Эксперты считают, что скоро грянет быстрое увеличение их количества, обусловленное новыми технологиями и удешевлением производства. Люди постоянно нуждаются в развлечениях, обучении, уборке помещений или услугах безопасности и т.д. Роботизация таких услуг уже оказывает значительное влияние на развитие данного рынка [49]. Так, по данным Международной федерации робототехники в 2017 г. было продано около 2,4 млн. развлекательных роботов (на 12% больше, чем в 2016 г.) и 6,1 млн. бытовых роботов (на 31% больше, чем в 2016 г.). Всего в мире в 2018 г. насчитывалось 719 ключевых компаний-производителей сервисной робототехники, из них – 155 стартапов. На Европейский регион приходится 42% всех компаний, на Северную Америку – 35%, на Азию – 18%. В России на текущий момент наблюдается противоположная ситуация: доля стартапов превышает долю зрелых компаний (60% и 40% соответственно) [260]. The Robot Report на интерактивной карте мировой робототехники приводит альтернативную оценку количества производителей сервисных роботов, указывая более 1500 производителей сервисной робототехники с сегментацией по области применения (профессиональная или персональная) [262].

Такой рост связан, прежде всего, с тем, что экономика переходит от этапа предоставления услуг, когда люди приобретали товар исходя из того, какие преимущества может им предоставить та или иная услуга, к этапу постановки впечатлений, обеспечивающих людям определенные ощущения. Статистические данные подтверждают мысль о том, что индустрия предоставления впечатлений растет быстрее, чем промышленность, сфера услуг и производство товаров.

Еще на стадии создания продукта, получив надежную информацию о требованиях и желаниях потребителей, производители учатся создавать дизайн и разрабатывать продукты, отвечающие их потребностям. На основе полученной информации они выстраивают стратегию продвижения компании на рынке, превращая обладание продуктом в обладание ценностями и затем трансформируя это обладание в сложную совокупность потребительских впечатлений. Для выполнения такой работы необходимо ясное понимание рыночной ситуации, знание преимуществ и недостатков продукта.

Одним из действенных инструментов маркетингового исследования является SWOT-анализ, т.е. оценка сильных (Strong), слабых (Weak) сторон продукта, а также возможностей (Opportunities) и угроз (Threats), которые могут его ожидать.

Лаборатория робототехники Сбербанка в 2019 г. провела такой анализ для российского рынка робототехники [29, 30]. Данный анализ позволил оценить ситуацию и определить основные приоритеты развития и выявить проблемы как в области производства такой техники, так и в области подготовки кадров для ее разработки (таблица 1.1). Как показала аналитика, уровень дизайна и готовность промышленности для производства роботов достаточно низка [170].

Структура дизайн-процесса охватывает «функциональное, технологическое и морфологическое проектирование», а движение проектной мысли идет по линии «функция (общественная ценность вещи) - конструкция - форма» (рисунок 1.8).

Методология дизайн-проектирования любого объекта строится на достижении как художественного, так и функционального результатов [94, 99]. Поэтому методики и методы, которые применяет дизайнер при проектировании робототехники, должны быть основаны как на художественном, так и на инженерном подходах.

Существует два типа связи между подходами дизайнерского проектирования: инженерная, заключающаяся в том, что функциональное проектирование является доминирующим, и художественная, состоящая в том, что технологическое, морфологическое и функциональное проектирование выступают как материал, источник образного проектирования (рисунок 1.9) [52, 147, 247].

Таблица 1.1 – SWOT-анализ российского рынка робототехники

| SWOT-анализ российского рынка робототехники | | Возможности | | | | Угрозы | | | |
|---|--|--|------------------------------------|---|--|---|---|--|--------------------------------------|
| | | Снижение стоимости «входного билета» в робототехнику для стартапов | Сильный сервисный сектор экономики | Повышения производительности труда за счет модернизации | Производство с меньшей стоимостью за счет доступной электроэнергрии и металлов | Отсутствие устоявшихся лидеров на мировом рынке сервисной робототехники | Дефицит «умных и терпеливых» денег у частных инвесторов | Экономические санкции и затруднение международного научного сотрудничества | Отток квалифицированных специалистов |
| Сильные стороны | Умение решать сложные и уникальные технические задачи | Приоритет | Приоритет | Приоритет | Приоритет | Приоритет | Приоритет | Приоритет | Приоритет |
| | Отечественная инженерная школа: конструирование и программирование | | | | | | | | |
| | Легкость адаптации населения к новым технологиям | | | | | | | | |
| Слабые стороны | Слабое проникновение мировой роботизации в народное хозяйство | Приоритет | Приоритет | Приоритет | Приоритет | Приоритет | Приоритет | Приоритет | Приоритет |
| | Дефицит мощностей отечественного производства | | | | | | | | |
| | Низкая скорость и высокая стоимость прототипирования | | | | | | | | |
| | Низкая культура промышленного дизайна | | | | | | | | |
| | Недостаток молодых квалифицированных преподавательских кадров и устаревание образовательных программ вузов | | | | | | | | |

- Подготовка кадров
- Область пересечения интересов
- Подготовка производства

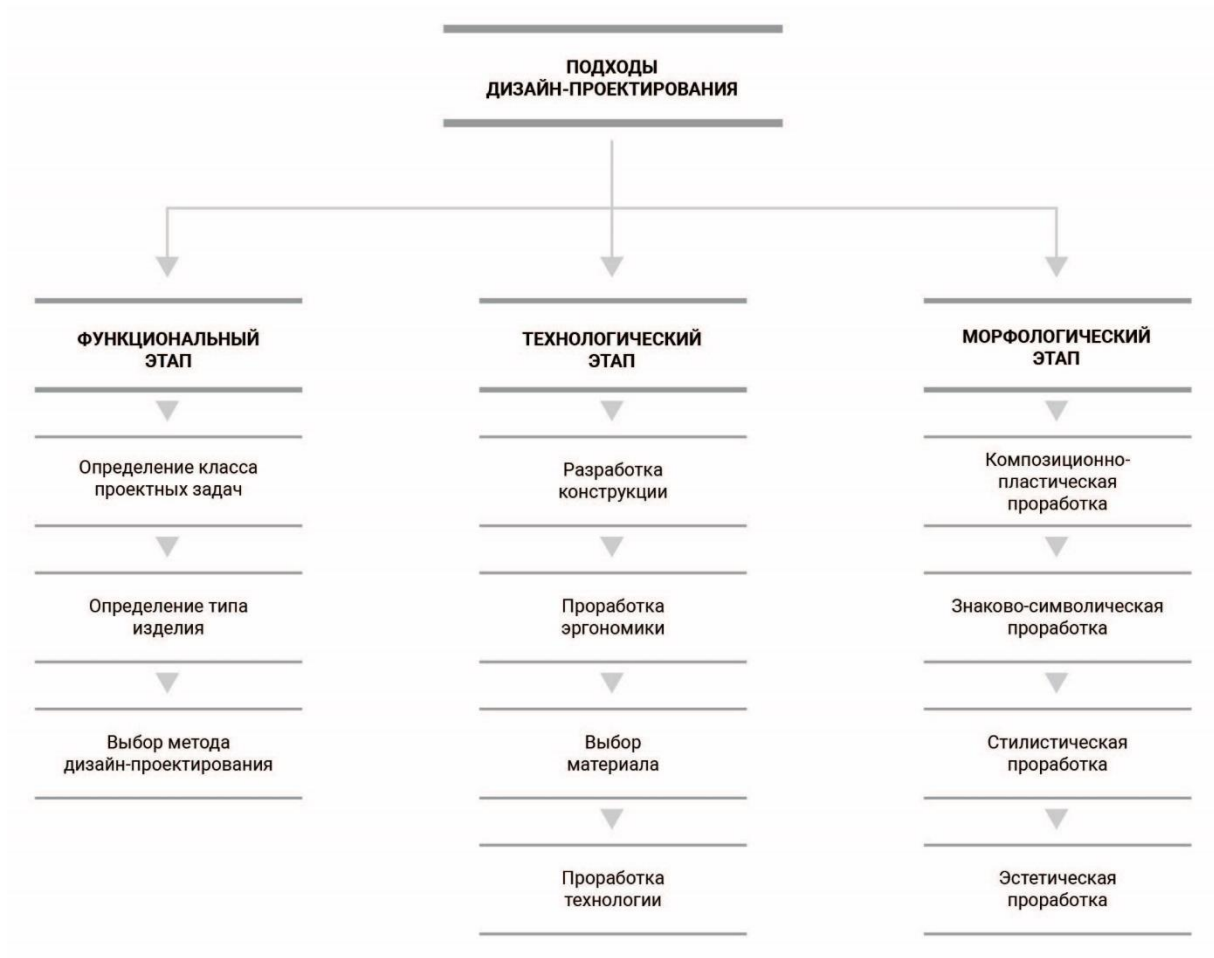


Рисунок 1.8 – Подходы дизайн-проектирования

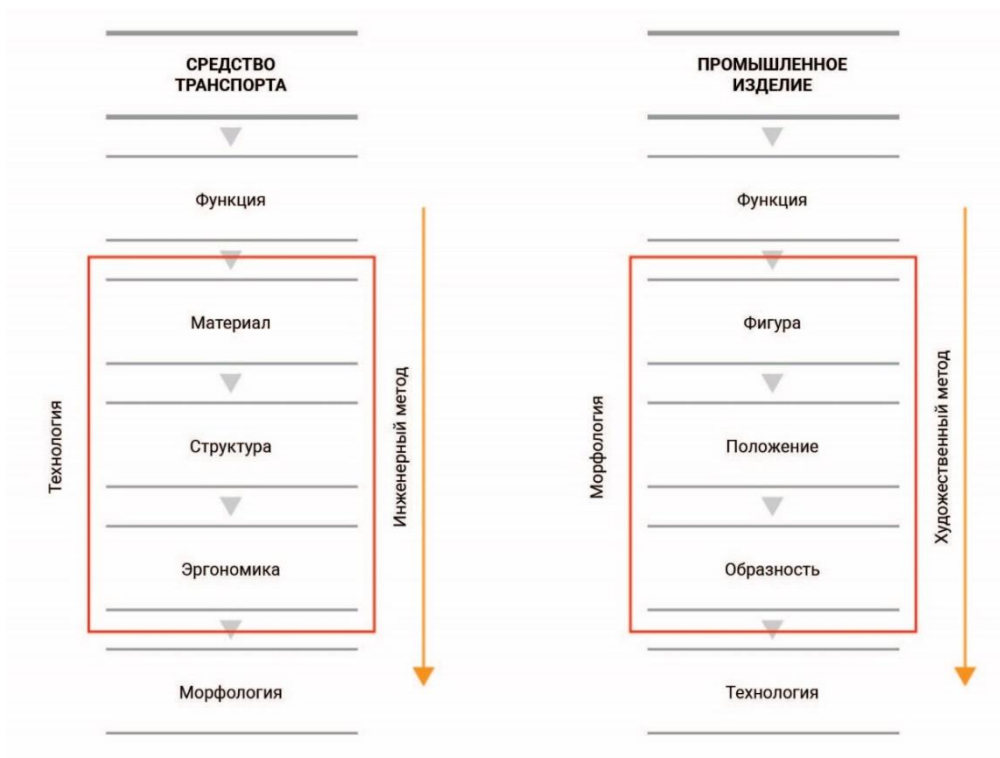


Рисунок 1.9 – Подходы к проектированию сервисных роботов

Решая проектные задачи, дизайнер должен систематизировать проектный материал и упорядочивать проектные решения, тем самым проясняя существующую ситуацию. Одним из средств систематизации является классификация, которая может применяться на первичной стадии проектирования, когда необходимо поставить задачи перед проектировщиком и выстроить общую стратегию работы [50]. Классификация робототехники по областям применения (рисунок 1.6) является эффективным средством, используя которое можно выделить различные подходы проектирования к определенным типам робототехники. Одни типы робототехники будут проектироваться по пути инженерного подхода, другие – по пути художественного.

Каждая из основных сфер назначения - производства, массового обслуживания, индивидуального (личного) потребления - задает свои целевые требования к вещи, в каждой из них вещь предстает как результат достижения этих целей. Соответственно формируются три класса проектных задач: задачи класса А (проектирование изделий для сферы производства), задачи класса Б (проектирование изделий для сферы быта), задачи класса В (проектирование изделий для сферы обслуживания) [147].

Для сервисной персональной робототехники характерны задачи класса Б и класса В. Для роботов, проектируемых по типу Б, используются методы художественного подхода, для типа В – как инженерного, так и художественного подходов в зависимости от целей проектирования.

Проектный образ – это целостная и завершенная в своем строении форма вне зависимости от того, какими проектными методами решалась поставленная задача [161]. В процессе проектирования необходимо четко прослеживать взаимозависимость морфологических, технологических и функциональных характеристик объекта. Здесь важно раскрыть принципиальные возможности, которыми можно выявить с достаточной полнотой ее социально- и рыночно-значимые функции и свойства. Поэтому при разработке системы проектирования робота как дизайн-продукта большое внимание уделяется как исследовательским

социологическим и маркетинговым методам, так и проектным методам [33, 39, 211].

1.6 Выводы по главе 1

1. Рассмотрена эволюция робототехники с точки зрения истории, философии, литературы и художественной культуры. Анализ показал, что роботы, ранее существовавшие в рамках научных теорий и художественных произведений, стали той реальностью, с которой необходимо считаться. Практические потребности в роботах жестко взаимосвязаны с научно-техническими возможностями их создания, что вызывает определенные изменения в их формообразовании.

2. Выявлены международные и национальные стандарты в области робототехники, которые позволили дать определения понятиям «робот», «сервисный робот», «сервисный персональный робот» и рассмотреть существующие классификации. В качестве объекта исследования в диссертации рассматриваются персональные сервисные роботы для работ по дому, для досуга, а также обеспечивающие безопасность и надзор за домом.

3. Проведено сравнение подходов к проектированию средств транспорта и робототехнических устройств. Выявлено, что проектирование средств транспорта тесно связано с их структурным проектированием на основе узкого функционального назначения. Особенность проектирования робототехники заключается в том, что она может одновременно реализовывать несколько функций. Поэтому ее структура и компоновка, расположение и состав ее элементов, тип и обработка материалов должны обеспечить хорошую функциональность, основанную на использовании модульного принципа, принципах базового изделия и агрегатного построения.

4. Проведено сравнение подходов к проектированию промышленных изделий и робототехнических устройств. Сравнительный анализ показал, что при проектировании промышленных изделий необходимо определить гармоничность их внешней формы посредством работы с композиционными составляющими.

Проектирование робототехники требует учесть в тектонике и объемно-пространственной структуре работу внутренних элементов системы, которая зависит от их функциональных параметров и области применения.

5. Специфика проектирования робота как дизайн-продукта заключается в создании такого дизайна, который бы отвечал запросам как потребителя, так и производителя, это означает, что требуется найти баланс между инженерной и художественной составляющими робота, повышая тем самым культуру в области российского промышленного дизайна.

1.7 Постановка цели и задач исследования

Целью работы является разработка метода формообразования сервисных персональных роботов на основе производственных технологий.

Для достижения цели работы необходимо решить следующие **задачи**:

- 1) обоснование построения методологии проектирования робота как дизайн-продукта;
- 2) разработка методики дизайн-исследования сервисных персональных роботов с применением метода типизации для создания информационной базы данных их существующих объектов и разработки классификатора формообразующих характеристик;
- 3) апробация классификатора для процесса создания формы сервисных персональных роботов на базе существующих производственных технологий и анализ изменений в цикле дизайн-проектирования изделия в результате применения классификатора;
- 4) разработка и создание проектов сервисных персональных роботов с точки зрения проектирования объектов дизайна под оборонно-промышленные предприятия Удмуртской Республики.

ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ДИЗАЙН-ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРВИСНЫХ ПЕРСОНАЛЬНЫХ РОБОТОВ

2.1 Разработка алгоритма дизайн-исследования сервисных персональных роботов на основе использования метода типизации

Дизайн-исследование является предпроектным исследованием, необходимым для того, чтобы создать новый продукт. Достаточно сложно рассматривать дизайн-исследование в отрыве от дизайн-мышления, являющегося одним из ведущих инструментов проведения такого исследования. Дизайн-мышление тесно связано с проектным сознанием.

По мнению одного из основоположников философии дизайн-мышления Герберта Саймона? проектирование является по сути искусственным процессом, которым можно управлять для создания чего-либо более совершенного по сравнению с природными процессами, требующими вмешательства человека. Естественные процессы порождаются необходимостью, тогда как искусственные дают возможности и восприимчивы к окружающей среде. Т.е. инжиниринг, архитектура, живопись и др. являются не необходимыми, но возможными процессами при определенных обстоятельствах, это значит, они занимаются дизайном [195].

Дизайн-мышление создает продукт, ориентированный на человека, пользователя. Поэтому для проектирования нового необходимо провести такое исследование, которое поставит в центр пользовательский запрос, и только потом – технические и экономические возможности [231].

Чтобы упорядочить процесс проектирования нового продукта, необходимо определить его этапы и формализовать его. Исследование позволяет более эффективно выстроить работу с заказчиком, а также погружает дизайнера в контекст поставленной перед ним задачи [64].

Любое исследование начинается с формирования первичной информационной базы по определенным показателям [239]. Первичное

исследование необходимо, чтобы понять для кого и что проектировать [75]. Далее собранная информация должна быть соответствующим образом обработана путем обобщения и группировки данных [239]. Вторичное исследование используется как средство дальнейшего выстраивания стратегии проектирования и продаж: что сделать главным, чтобы привлечь пользователей [64, 75].

Американский промышленный дизайнер, философ и теоретик дизайна Виктор Папанек в своем методе реализации дизайна его назначения, т.е. метода разработки деятельности дизайна, выделяет определенные первичные функциональные критерии оценки изделия. Его подход является циклическим, все элементы связаны между собой (рисунок 2.1).

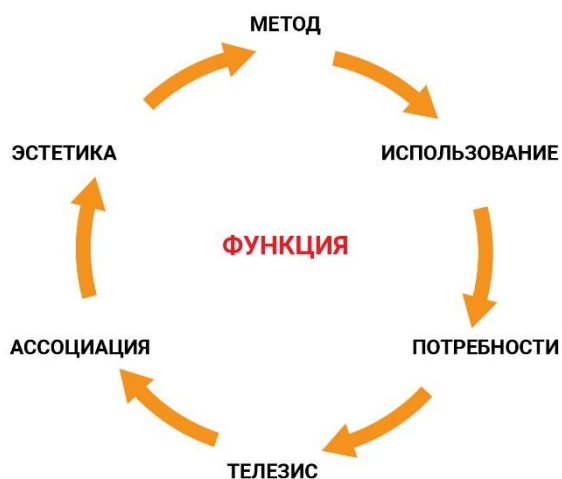


Рисунок 2.1 – Метод разработки дизайн-деятельности с точки зрения теории дизайна

В основу разработки изделия он ставит метод, который определяет взаимодействие инструментов, процессов и технологий. Перед и в процессе проектирования следует задаться вопросом, насколько функционально использование проектируемого изделия, какими качествами оно должно обладать в зависимости от его функционального назначения как инструмента, средства коммуникации или символа. Конечный продукт должен удовлетворять потребностям человека не столько мимолетным, но подлинным. Среди этих требований В. Папанек также выделяет телезис, как свойство(а) изделия, которое(ые) должно(ны) отражать время и условия, соответствовать месту, в

котором изделие будет работать. Телезис неразрывно связан с ассоциациями, которые определяют приверженность к определенным ценностям, являющимся яркими маркерами целевой аудитории. Не последнюю, хотя и достаточно противоречивую, роль, по его мнению, играет эстетика, для которой не существует определенного средства измерения, но которая является мерилем качества процесса дизайн-исследования [169].

Классический социологический подход к исследованию является линейным: вопрос, поставленный в начале исследования, определяет структуру и методы исследования (рисунок 2.2) [239].

Американский социолог Дэвид Морган предлагает пересмотреть классический теоретический подход, рассматривая дизайн-исследование как практический циклический процесс, в котором выбранные данные исследования определяют вопросы исследования. Исследователь должен понимать набор и границу присущих ему компетенций и уметь определять потенциал как уже существующих данных, так и возможных наработок (рисунок 2.2) [176, 271].

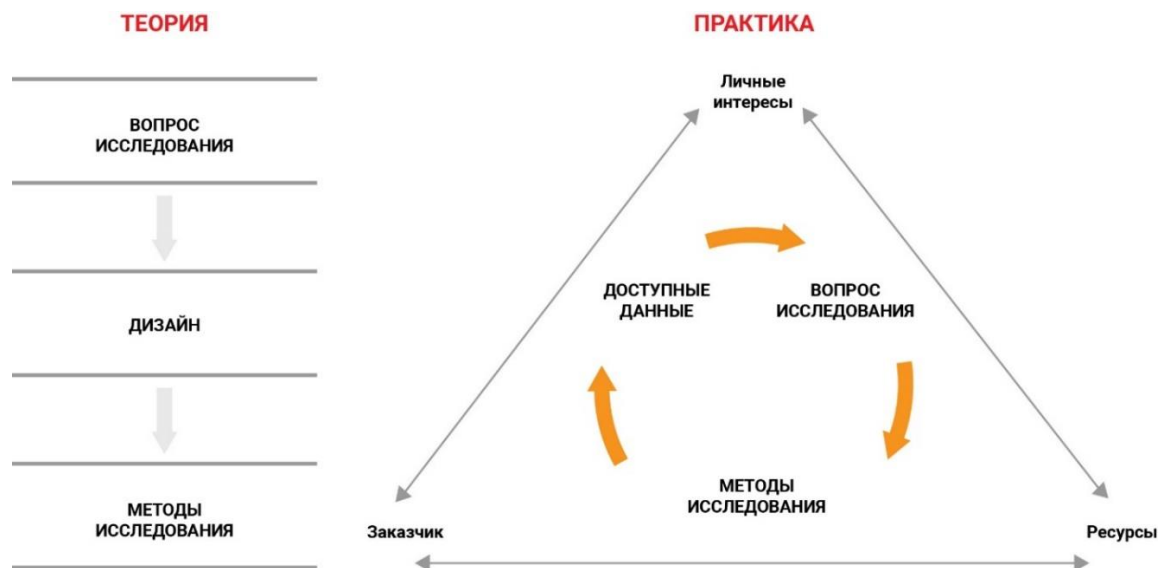


Рисунок 2.2 – Подходы к дизайн-исследованию с точки зрения социологии

В зависимости от стратегии исследования выделяют два подхода для реализации каждого из них: качественный и количественный [60, 257]. Как правило, качественная и количественная стратегии реализуются одновременно. По мнению Д. Моргана, наиболее продуктивный подход получения результатов исследования – это принцип «последовательных вкладов» (sequential contributions),

который позволяет выстраивать цепочку преемственности между данными: результаты одного метода послужат данными для перехода к следующему методу [176, 271].

Маркетинг рассматривает дизайн как бизнес-деятельность, начинающуюся с постановки корпоративных задач. В процессе реализации дизайн-стратегии задачи получают материальное решение, которое выпускается на рынок для получения дохода. Для получения конкурентоспособного продукта необходимо обладать информацией о предъявляемых дизайну требованиях. Для этого следует проводить исследование рынка [209, 281].

Среди многих руководителей предприятий существует точка зрения, что основной целью маркетинга является стимуляция максимально высокого потребления, которое, в свою очередь, стимулирует рост производства. В основе данной идеи лежит убеждение, что чем больше люди потребляют, тем счастливее они становятся [85, 265].

Тем не менее, не все маркетологи согласны с данным утверждением. Некоторые, например, полагают, что цель маркетинга заключается не в достижении максимального уровня потребления, но в максимальной удовлетворенности потребителя. К сожалению, измерить удовлетворенность достаточно сложно [85, 127].

По словам Джона Кейна, консультанта по дизайнерским исследованиям из Чикаго, разработчики данных, определяющие стратегию продукта или услуги, достаточно часто не имеют информации о том, что именно происходит с этими продуктами или услугами после того, как они попадают непосредственно к потребителям. Поэтому он предлагает особый подход к разработке новой продукции – дизайн, основанный на впечатлении.

По его мнению, продукты, разработанные дизайнерами, занимают промежуточное положение между миром бизнеса и миром потребителей. Поэтому следует объединить два мира, сформулировав задачи дизайна таким образом, чтобы учесть, во-первых, условия использования продукта, во-вторых, впечатления потребителя (рисунок 2.3) [178, 255].



Рисунок 2.3 – Подходы к дизайн-исследованию с точки зрения маркетинга

Для того, чтобы понять какое впечатление потребитель получает от использования сервисной персональной робототехники, необходимо рассмотреть, во-первых, характеристики объектов, во-вторых, впечатления, получаемые от них.

Для проведения данного анализа хорошо подходит типология социолога Тима Данта. По его мнению, у объектов промышленного дизайна следует выделить следующие характеристики: функциональность (расширяет или улучшает возможности пользователя); информативность (дает пользователю знания); коммуникативность (обеспечивает или улучшает процесс общения); эстетичность (вызывает эмоции от восприятия красоты очертаний); статусность (обозначает принадлежность к социальной группе); сексуальность (стимулирует эмоции пользователя и его окружающих) [178, 258].

Данная типология, очевидно, является частным случаем метода разработки дизайн-деятельности В. Папанека, где метод, в основу которого положены такие критерии как инструменты, материалы и технологии, соответствует функциональности; использование, как средство коммуникации, является коммуникативностью; телезис, базирующийся на знаниях об обществе и природе, их особенностях, есть информативность; эстетика и в том, и в другом подходе остается на своем месте, являясь содержанием идеального восприятия объекта человеком; потребность, определяющая не только выживание, но и идентичность

человека в обществе, реализуется в статусности; а ассоциации, неразрывно связанные с семьей, окружением, образованием и культурой конкретного индивида, тождественны сексуальности.

Типология характеристик объектов промышленного дизайна дает возможность описать сервисных персональных роботов по определенным характеристикам.

Функциональность: сервисные персональные роботы помогают выполнять работу по дому, обеспечивают безопасность и надзор за ним, могут перевозить груз, а также помогать престарелым людям и инвалидам, развлекают, способствуя проведению досуга. В основу их дизайн-проектирования должен быть положен такой метод, который бы, учитывая спектр их функций, позволял выбирать материалы и технологии для его производства.

Информативность: сервисный персональный робот является информационно наполненным продуктом, который не только получает информацию, но и способен ее передавать как лично, так и удаленно. Внешний облик робота должен быть спроектирован с учетом знаний об окружающей его внешней среде и его взаимодействии с человеком, т.е. должен быть гармоничным с точки зрения эргономики.

Коммуникативность: сервисный персональный робот как социальный объект является частью социальной жизни, создавая новые формы общения, развивая возможности коммуникации. Данные формы общения выражаются семиотически в поиске новых форм внешнего облика робота [216].

Эстетичность: техника является результатом процесса эстетизации материальной культуры, робот, как венец ее творения, может привлекать или отталкивать, но мало кого оставляет равнодушным. Художественный образ должен обладать одновременно как конструктивными, так и семиотическими качествами [216], и становиться тем необходимым завершающим критерием стилевой характеристики.

Статусность: субкультура пользователей высокотехнологичных вещей выражается в четком выделении отличий одних и принадлежности к другим

социальным группам посредством демонстрации обладания ими. Данная характеристика реализуется во внешнем облике робота за счет использования современных, высокотехнологичных, дорогостоящих материалов и специальной их обработки.

Сексуальность: трендовый и броский образ такого инновационного продукта, как робот, служит толчком для его покупки, повышая тем самым самооценку владельца и вызывая определенное чувство удовольствия и эйфории. Придание роботу формы, вызывающей ассоциации, например, с концептуальным автомобилем, влияет на его восприятие пользователем с положительной точки зрения [216].

Вышеописанные подходы к дизайн-исследованию и типология характеристик объектов промышленного дизайна позволяют разработать методику дизайн-исследования сервисной персональной робототехники (рисунок 2.4), являющуюся, с одной стороны, линейным процессом, в основу которого положены первичные данные, процесс анализа которых позволяет поставить вопрос и выбрать методы исследования, с другой – является циклическим процессом, где каждый элемент, раскрываясь дополняет другой [36, 59, 91].



Рисунок 2.4 – Методика дизайн-исследования сервисных персональных роботов

Типизация существующих объектов сервисных персональных роботов по характеристикам, выделяемым производителями и потребителями, выявляет возможность постановки перед дизайнером вопроса о том, как проектировать такой

продукт, позволяя сформировать группу факторов, влияющих на процесс формообразования. Последующая обработка полученных данных методами статистического анализа дает возможность создать классификатор формообразующих характеристик с целью его практического применения при дизайн-проектировании сервисной персональной робототехники.

2.2 Создание информационной базы данных объектов сервисных персональных роботов методом нисходящего проектирования

Согласно методике, процесс дизайн-исследования начинается с формирования базы данных объектов. Существующие объекты сервисных персональных роботов можно объединить в общую информационную базу данных.

Данная база данных позволит создать первичную классификацию роботов на основе уникальных характеристик, присущих каждому отдельному объекту, исходя из анализа информации, предоставляемой производителем потребителю, а также из оценки визуальной формы объектов [111].

Соответственно, будет целесообразным разделить информационную базу данных на три части. Первая часть содержит общую предметную информацию о существующих объектах сервисной персональной робототехники. Вторая – техническую информацию об основных параметрах объекта, которую предоставляет производитель. Третья технологическая часть создается на основе визуального анализа форм объектов, который базируется на подходах к анализу машинных форм Якова Георгиевича Чернихова и Георгия Борисовича Минервина, выделяющих среди конструктивных форм типы объединения, типы соединения, типы сочленения и типы сопряжения (рисунок 2.5) [220, 223, 224]. Также в третьей части учитываются наиболее значимые конструктивно-технологические параметры объекта, влияющие на процесс формообразования.

Такой анализ позволяет не только свести объекты в общую информационную базу, но и выделить факторы, оказывающие влияние на формообразование сервисного персонального робота [42].

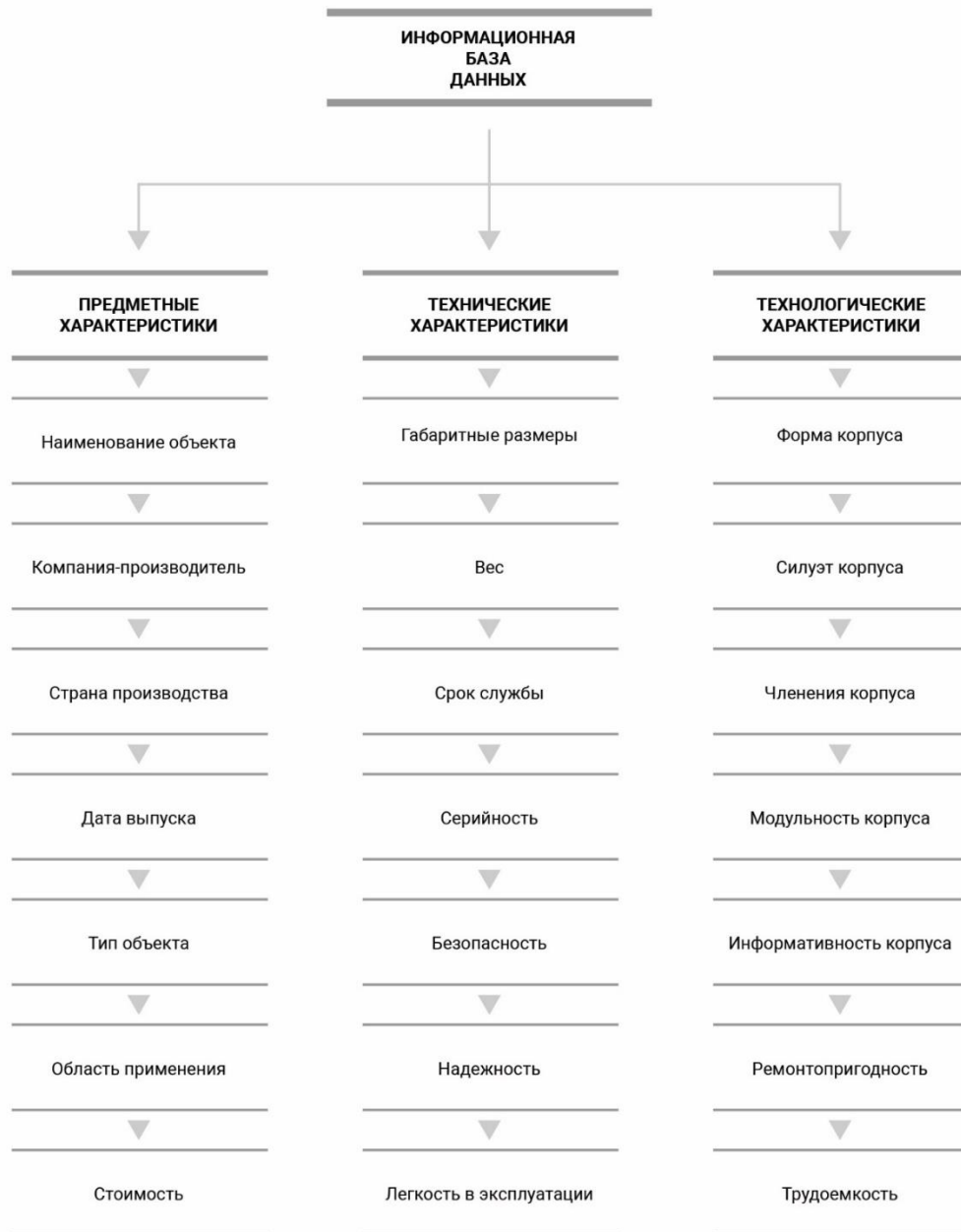


Рисунок 2.5 – Информационная база данных сервисных персональных роботов

Илья Александрович Лепешкин предлагает трехуровневую модель факторов, оказывающих влияние на проектирование концептуальных объектов, которая состоит из первого уровня средовых факторов, учитывающих место, время и ситуацию, второго уровня базовых факторов, основывающихся на условиях технического задания, и третьего уровня формообразующих факторов, которые непосредственно оказывают влияние на форму [140, 141].

Константин Сергеевич Ившин среди факторов, оказывающих влияние на формообразование внешней панельной оболочки малогабаритного транспортного

средства, выделяет функциональные, конструктивные, технологические, эргономические, эксплуатационные, экономические и эстетические факторы [110].

Таким образом, факторы, оказывающие влияние на внешний облик сервисного персонального робота, можно подразделить на средовые, базовые, формообразующие (рисунок 2.6).

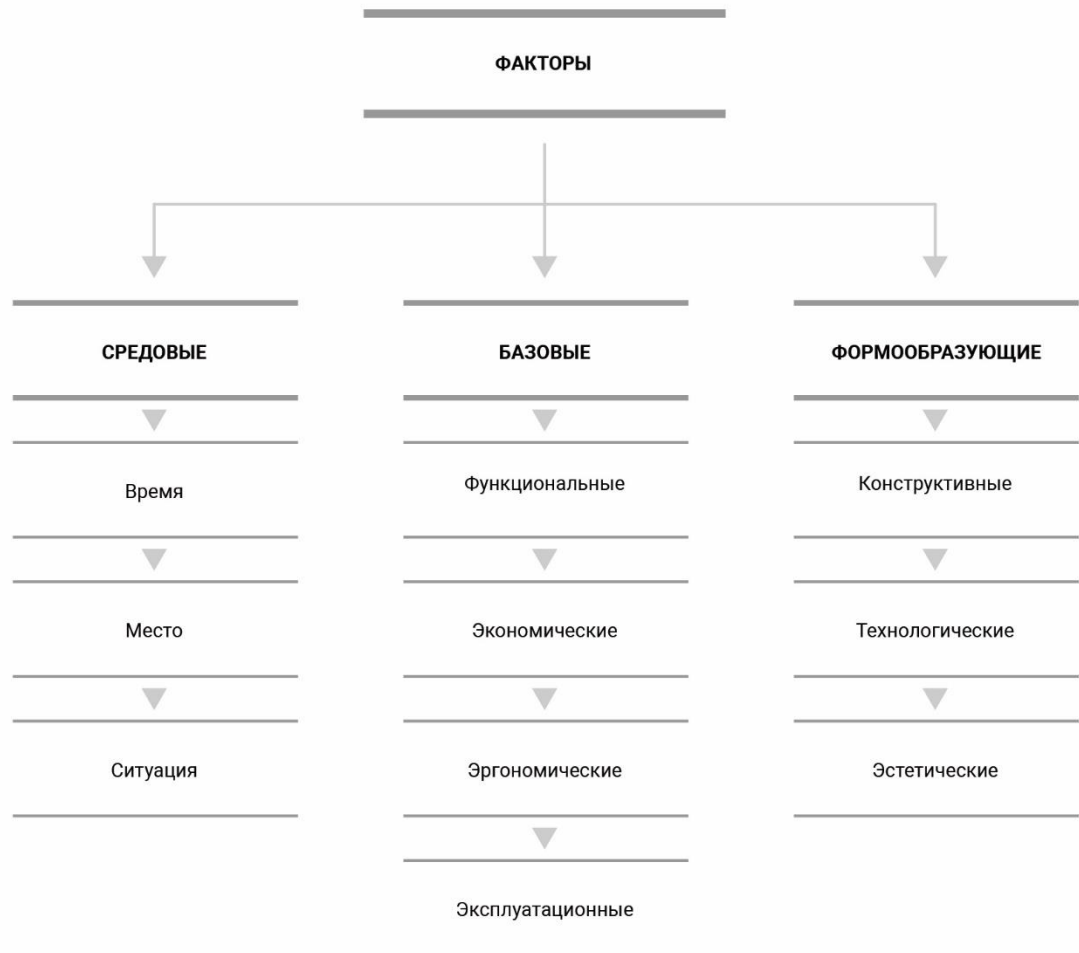


Рисунок 2.6 – Факторы, оказывающие влияние на внешний облик робота

Функциональные факторы включают в себя область применения и назначение сервисного персонального робота; экономические определяют себестоимость изготовления объекта, включая в себя себестоимость оборудования, оснастки, инструмента, материала, транспортные расходы, трудоемкость производства; эргономические – информативность изделия, его безопасность, шумовые и вибрационные требования; эксплуатационные содержат энергоемкость, габаритные размеры и вес, ремонтпригодность и срок службы; конструктивные факторы учитывают прочность, жесткость, надежность, модульность изделия и

стыкуемость деталей; технологические содержат требования к производству объекта проектирования, такие как серийность, унификация, легкость при сборке [210]; эстетические – замысел дизайнера по отношению к его морфологии, форму и силуэт, общую композицию и композицию членений.

Для определения возможностей и направления разработки сервисных персональных роботов проанализированы объекты 289 российских и зарубежных производителей. Объекты сервисных персональных роботов выбраны исходя из анализа их культурного интерфейса (Приложение А.1).

Согласно исследованиям социальной робототехники, на выбор пользователей оказывает влияние тип культурного интерфейса, а также возрастной и гендерный факторы в его восприятии. Среди типов культурного интерфейса выделяют такие, как: андроидные (максимально приближенные по внешнему виду к человеку), гуманоидные (похожие на человека, но не идентичные), зооморфные (схожие с биологическими существами); и не имеющие культурного интерфейса (промышленно-хозяйственные) [104].

Результаты исследований говорят о том, что, несмотря на кажущуюся предпочтительность антропоморфного принципа при выборе дизайна робототехники как наиболее ожидаемого варианта решения, реализующего взаимодействие человека и робота, существует опасность, когда близкая схожесть робота с человеком может вызвать отвращение, вызывая «эффект зловещей долины» [103, 227]. Зооморфный тип культурного интерфейса робота вызывает, как правило, в основном, положительные эмоции. Роботы без культурного интерфейса воспринимаются нейтрально, причем необходимо отметить, что обтекаемые, округлые формы воспринимаются более дружелюбными, соответственно, более безопасными [103].

Исходя из выводов исследований в области социальной робототехники, выбор объектов сервисной персональной робототехники для анализа проводится в соответствии с их культурным интерфейсом, точнее – с его отсутствием. Такое решение обусловлено позиционированием данных роботов по их внешнему виду как наиболее нейтральных среди существующих объектов.

Для выявления наиболее значимых характеристик, оказывающих влияние на формообразование, выбранные объекты анализируются с применением факторного и кластерного анализов.

Факторный анализ, во-первых, проводится с целью определения структуры взаимосвязи между признаками (факторами), т.е. их классификации, во-вторых, с целью их сокращения с минимальной потерей информации. Выполняется он на основе анализа групп характеристик объектов информационной базы данных и выделенных в результате факторов, оказывающих влияние на процесс формообразования персональной сервисной робототехники.

В качестве объекта исследования рассматривается множество существующих объектов сервисных персональных роботов (Приложение А.1). Для проведения классификации предлагаются свойства формообразующих факторов (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Свойства формообразующих факторов

| № | Название свойства | Обозн. | Знач. | № | Название свойства | Обозн. | Знач. |
|---|--------------------|--------|-------|----|-------------------------|----------|-------|
| 1 | Тип работа | x_1 | 1/0 | 9 | Ремонтопригодность | x_9 | 1/0 |
| 2 | Форма корпуса | x_2 | 1/0 | 10 | Легкость в эксплуатации | x_{10} | 1/0 |
| 3 | Силуэт корпуса | x_3 | 1/0 | 11 | Надежность | x_{11} | 1/0 |
| 4 | Членения корпуса | x_4 | 1/0 | 12 | Информативность | x_{12} | 1/0 |
| 5 | Модульность | x_5 | 1/0 | 13 | Срок службы | x_{13} | 1/0 |
| 6 | Габаритные размеры | x_6 | 1/0 | 14 | Серийность | x_{14} | 1/0 |
| 7 | Вес | x_7 | 1/0 | 15 | Трудоемкость | x_{15} | 1/0 |
| 8 | Безопасность | x_8 | 1/0 | 16 | Стоимость | x_{16} | 1/0 |

Чтобы сократить размерность пространства выделенных свойств, применяется метод главных компонент факторного анализа. Для его использования требуется выполнить анализ сопоставления рассматриваемого множества объектов сервисной робототехники и присущих им свойств формообразующих факторов (Приложение А, таблица А.2). Свойства могут принимать одно из двух возможных значений. Наличие свойства задано обозначением «1», отсутствие – «0». Последующая обработка полученных данных осуществляется в программе IBM SPSS Statistics. Предложенные значения коррелируются между собой, что позволяет объединить их по группам в общие факторы (главные компоненты).

Математически метод главных компонент выглядит как линейное отображение в ортогональной системе координат, которое содержит в себе данные исходного пространства выделенных свойств, размещенные в пространстве с меньшей размерностью. Графически решение можно представить в виде графика каменистой осыпи, на котором представлены убывающие полученные собственные значения (рисунок 2.7). После точки четвертого значения убывание значений максимально замедляется, что позволяет сделать вывод о том, что справа от данной точки располагается только «факториальная осыпь», значения которой можно исключить из дальнейшего анализа.

После анализа объектов предлагаются следующие четыре фактора: 1) анализ геометрии и моделирование корпуса объекта (свойства 1–4 в таблице 2.1); 2) моделирование конструктивных параметров объекта (свойства 5–9 в таблице 2.1); 3) анализ характеристик элементов объекта (свойства 10–13 в таблице 2.1); 4) стандартизация и унификация объекта (свойства 14–16 в таблице 2.1).

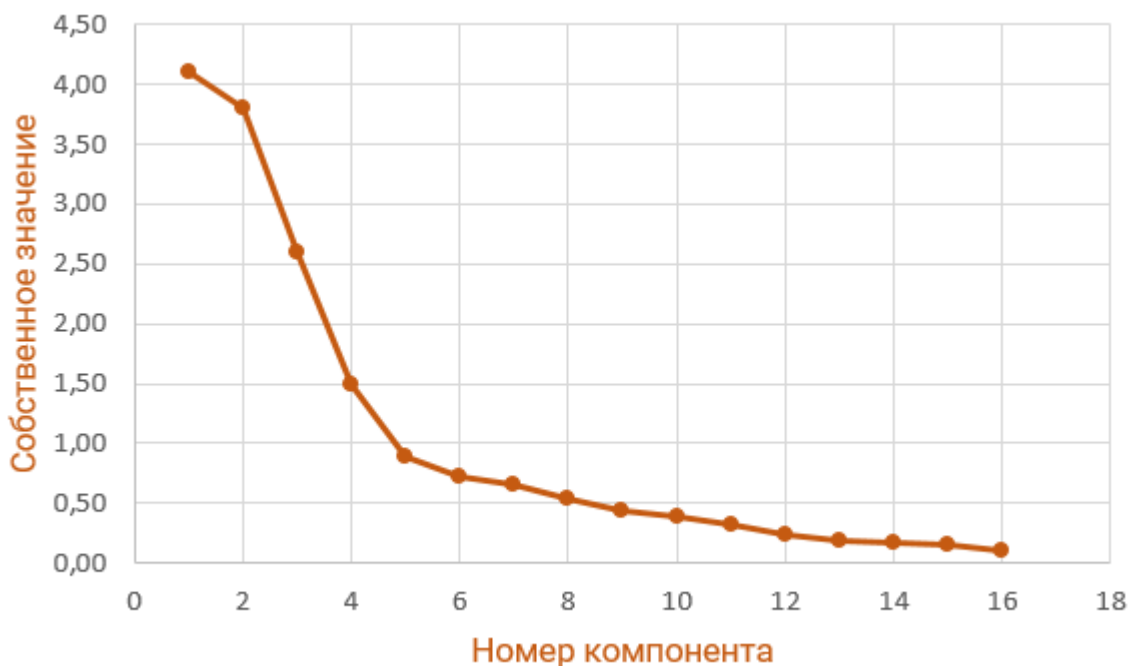


Рисунок 2.7 – График собственных значений свойств («каменистая осыпь»)

Проведенный структурный синтез существующих объектов сервисных персональных роботов представляет собой множество факторов (MF_0):

$$MF_0 = \begin{vmatrix} G_1 & G_2 \\ K_1 & K_2 \\ E_1 & E_2 \\ S_1 & S_2 \end{vmatrix} \quad (2.1)$$

где G_1 – G_2 – свойства фактора «Анализ геометрии и моделирование корпуса объекта»;

K_1 – K_2 – свойства фактора «Моделирование конструктивных параметров объекта»;

E_1 – E_2 – свойства фактора «Анализ характеристик элементов объекта»;

S_1 – S_2 – свойства фактора «Стандартизация и унификация объекта».

Метод главных компонент позволяет выделить четыре основных фактора, характеризующих существующие объекты по их основным свойствам.

Кластерный анализ проводится для построения классификации формообразующих характеристик объектов по функциональному признаку. Он выполняется так же, как и факторный анализ, на основе сравнительного анализа объектов информационной базы данных (Приложение А.1) и предложенных для них свойств (таблица 2.1).

При использовании иерархического метода объединения время расчета объектов растет пропорционально третьей степени количества выделенных свойств. В данной ситуации:

$$N = 3^s \quad (2.2)$$

где N – время расчета объектов;

s – количество свойств.

Для предложенного количества свойств возможного множества число объектов, требующих объединения, достигает значения по формуле 2.2:

$$N = 3^{16} = 43\,046\,721$$

При наличии такого большого количества свойств требуется сократить их число до меньшего значения, для чего применяется метод k -средних, где k – это количество кластеров, которое необходимо получить в результате объединения.

Таблица сравнительного анализа рассматриваемого множества объектов сервисной робототехники и присущих им свойств формообразующих факторов (Приложение А, таблица А.2) загружается в программу IBM SPSS Statistics, где

происходит ее дальнейшая обработка. Количество кластеров задано заранее исходя из результатов факторного анализа, т.е. оно равно четырем. Первые четыре свойства используются как первые кластеры. При следующих итерациях заменяется тот кластерный центр, который находится ближе всего к сравниваемым свойствам при рассмотрении их в евклидовом пространстве. В результате образуются новые кластерные центры. Итерационный процесс продолжается пока не будет достигнуто максимальное количество итераций. В данном случае их количество по умолчанию равно десяти. По результатам кластерного анализа принимается количество кластеров, равное четырем. Результаты кластерного анализа представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Выделенные кластеры

| | Номер кластера | Число наблюдений |
|-----------------------|----------------|------------------|
| Кластеризовать | 1 | 99 |
| | 2 | 82 |
| | 3 | 62 |
| | 4 | 46 |
| Допустимо | | 289 |
| Пропущено | | 0 |

Распределение кластеров представлено на рисунке 2.8. В соответствии со свойствами кластерам назначаются наименования характеристик объектов, представленные в таблице 2.3.

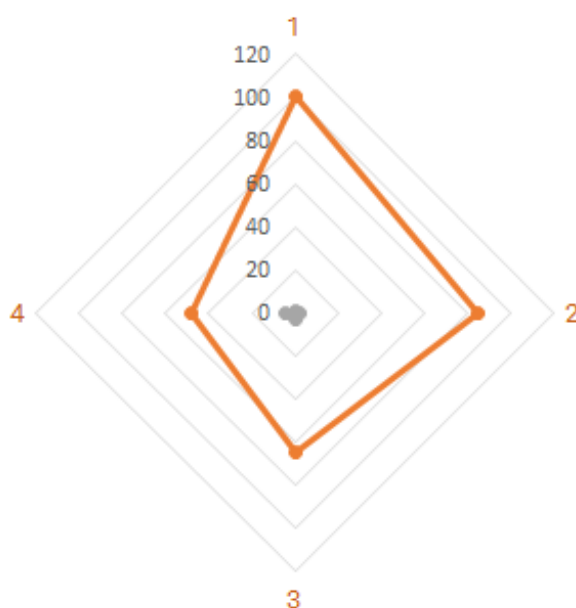


Рисунок 2.8 – Распределение кластеров

По результатам кластерного анализа выделяются определенные критерии характеристик, соответствующие каждому из выделенных кластеров, которые можно объединить в классификатор.

Таблица 2.3 – Распределение кластеров

| Наименование | Количество |
|--|-------------------|
| Форма корпуса объекта («Форма») | 99 |
| Конструктивные параметры корпуса объекта («Конструкция») | 82 |
| Характеристики элементов корпуса объекта («Материал») | 62 |
| Унификация элементов корпуса объекта («Технология») | 46 |

2.3 Создание классификатора формообразующих характеристик сервисных персональных роботов фасетно-иерархическим методом

Классификатор выполнен в виде блок-схемы, разделенной на группы, каждая из которых имеет значение формообразующих характеристик, таких как «Форма», «Конструкция», «Материал», «Технология» (рисунок 2.9). Каждая характеристика имеет свой набор раскрывающих ее критериев, содержащих набор конечных типов. Различное сочетание типов позволяет добиться вариативности форм существующих и разрабатываемых объектов персональной сервисной робототехники. Объединяет все параметры общая формообразующая характеристика «Стиль» как основная эстетическая составляющая при дизайн-проектировании персональной сервисной робототехники [38, 43, 251].

Формализованная информация о каждой реальной и проектируемой форме сервисных персональных роботов в классификаторе представляется в виде комплексных цифровых кодов, описывающих классификационные критерии, которые определяют применимость и эффективное использование этого изделия.

Существует три метода создания классификации: иерархический, фасетный и смешанный. В силу того что формообразующие характеристики являются классами, независимыми друг от друга (фасетный метод), образуя при этом фиксированный порядок распределения подклассов и групп, т.е. критериев и их

типов (иерархический метод), для построения классификации более всего подходит смешанный метод ее построения. При этом кодирование информации осуществляется параллельно-последовательным способом [8-13, 90].

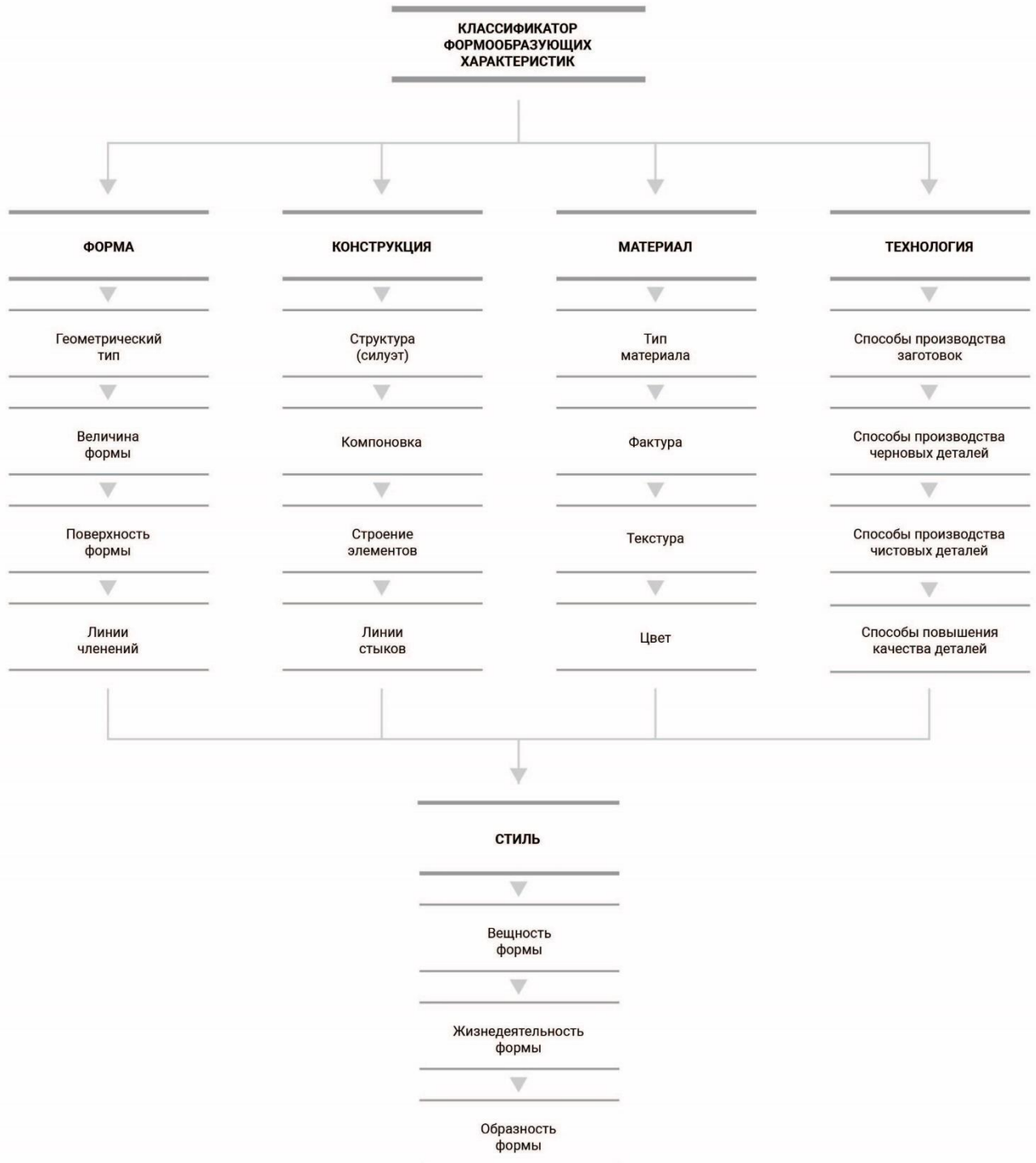


Рисунок 2.9 – Классификатор формообразующих характеристик сервисных персональных роботов

Структура и длина комплексного кода, определяющего классификационные критерии изделия и технологию его обработки, приведены на рисунке 2.10.

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| 01... | 01... | 01... | 01... | 01... | 01... | 01... | 01... | 01... | 01... | 01... | 01... | 01... | 01... | 01... | 01... |
| 11... | 11... | 11... | 11... | 11... | 11... | 11... | 11... | 11... | 11... | 11... | 11... | 11... | 11... | 11... | 11... |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 21 | 22 | 23 | 24 | 31 | 32 | 33 | 34 | 41 | 42 | 43 | 44 |
| 1 ФОРМА | | | | 2 КОНСТРУКЦИЯ | | | | 3 МАТЕРИАЛ | | | | 4 ТЕХНОЛОГИЯ | | | |

Рисунок 2.10 – Структура и длина кода классификационных признаков формы сервисного персонального робота

Если анализировать рисунок снизу – вверх, то очевидно, что каждая характеристика имеет четыре критерия и разное количество их типов. В среднем ряду указаны критерии, в верхнем ряду – количество типов критериев, соответствующих определенной характеристике. Первое число кода соответствует определенной характеристике, второе число – критерию характеристики, третье – типу критерия. Каждый проектируемый объект имеет свой собственный идентификационный присущий только ему код, позволяющий отличить его от других.

Данная информация впоследствии поможет выявить доминантные и рецессивные черты проектируемых объектов и избежать грубых ошибок в процессе дизайн-проектирования.

Структурированные согласно данного классификатора реальные объекты сервисной персональной робототехники имеют в информационной базе данных свой идентификационный код, что позволяет использовать их в качестве примеров-аналогов при проектировании близких объектов.

При разработке дизайн-проекта изделия дизайнер выбирает типы критериев характеристик объекта интуитивно на основе своего личного опыта и творческого подхода, в результате, время, затраченное на процесс разработки, и качество получившегося изделия сильно зависят от квалификации исполнителя. По большому счету поиск необходимого критерия линейно зависит от общего

количества предполагаемых критериев. При этом существует опасность, что какие-то варианты дизайнер может упустить в силу нехватки времени или других ресурсов либо же их неочевидности.

При использовании классификатора время поиска значительно сокращается благодаря тому, что критерии организованы в древовидную структуру, которая помогает эффективно производить выбор необходимых параметров. При этом классификатор позволяет учесть большое количество факторов, влияющих на формообразование, что способствует проведению более качественной отработки характеристик объекта.

Ниже приведен график сравнения эффективности выбора критериев характеристик объекта при традиционном подходе и при выборе по классификатору (рисунок 2.11).

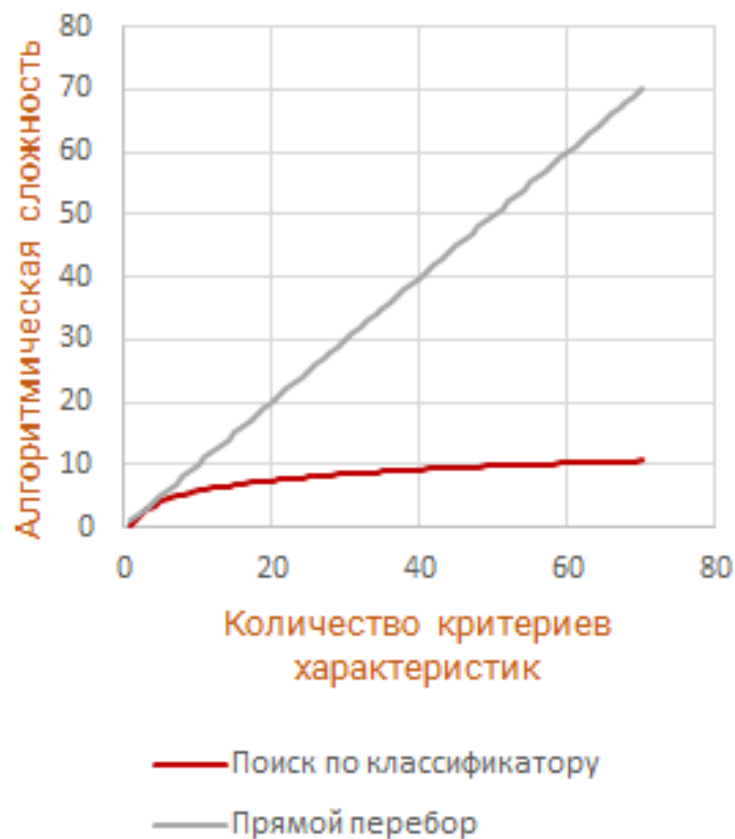


Рисунок 2.11 – График эффективности выбора критериев характеристик
Количество операций при прямом переборе K :

$$K = O(N) \quad (2.3)$$

где N – количество элементов.

Количество операций при поиске по классификатору:

$$K = O((m-1) \cdot \log_m(N)) \quad (2.4)$$

где m – количество дочерних узлов;

N – количество элементов.

Далее приведены краткие описания отдельных критериев формообразующих характеристик классификатора. Подробный состав кодов критериев, входящих в классификатор, дан в Приложении Б.

Описание критериев характеристики «Форма». Геометрический тип. В процессе проектирования дизайнер сталкивается с необходимостью поиска формы будущего изделия, которая сможет выразить его содержание. Формообразование является решающей стадией процесса дизайн-проектирования, т.к. на ее этапах определяются функциональные и образные характеристики объекта проектирования [88]. Под формообразованием в дизайне понимают «процесс создания формы в соответствии с общими ценностными установками культуры и требованиями, имеющими отношение к эстетической выразительности будущего объекта, его функции, конструкции, используемым материалам и технологиям их обработки» [114, 132]. Соответственно, проблема формообразования заключается в воспроизведении совокупности формообразующих факторов в морфологии проектируемых объектов [88].

При рассмотрении объектов природы можно выделить объекты органического и неорганического мира. Соответственно, два различных по своим свойствам мира имеют разные подходы к организации форм своих объектов [70]. При рассмотрении принципов данной организации можно выявить, что объектам неорганического мира присущи простые, симметричные, жесткие и кристаллические формы, для объектов органического мира характерны сложные, изогнутые, мягкие и пластичные формы. Данные признаки формообразования воспроизводятся и в объектах материального мира [101, 137].

Исследователь первобытного искусства Виль Борисович Мириманов в своем методе количественного стилистического анализа фигуративных изображений исходил из того, что любой образ (изображение) имеет своим прототипом

естественную форму. Он утверждал, что схематизация и стилизация изображений определяется исходя из того, какому типу линий отдает предпочтение автор: криволинейному, основанному на процессе изгиба линии, или прямолинейному, основанному на ее изломе [151].

Известный теоретик машиностроения Франц Рело, который провозгласил возможности единого гармонического развития искусства и техники, отмечал, что форма машин детерминирована либо ее функциональным назначением, поэтому является целесообразной формой, либо обусловлена «свободным выбором» [185]. В первом случае задача поиска необходимой формы решается построением профиля по прямым и окружностям, связанным между собой, во втором – построение связей в форме «свободного выбора» осуществляется сложнее, так как зависит от эстетического чутья конструктора [221]. Следовательно, при правильном подходе дизайнеру необходимо выбрать и верно дополнить наметившуюся форму.

Анализ истории материальной культуры позволяет предположить, что стили формообразования зависят от типов геометризации объектов, которые позволяют создать законченные образы с отличительными, характерными только для них признаками [132].

Отталкиваясь от форм наиболее распространенных объектов органического и неорганического миров, таких как кристаллы и бионика, следует выделить такие типы геометризации форм как кристалломорфизм и биоморфизм. Рассматривая данные типы как морфологические способы организации форм, можно выявить, что основными признаками кристалломорфизма является излом и жесткость, а биоморфизма – изгиб и плавность [151].

Анализ работ Платона, Дюрера, Кеплера, Эшера, Гризе и др., показывает, что процесс создания объектов в науке и в искусстве опирается на эстетические принципы, такие как симметрия, правильные многогранники, законы гармонических пропорций [118, 186, 269].

Всякий минерал, имеющий правильную форму, с гранями, которые могут быть представлены в виде геометрических фигур, называется кристаллом.

Кристалл может принимать различные формы, тем не менее среди всех его форм, можно выявить одну, которую следует рассматривать как первичную. Все другие формы представляют собой только ее разновидности [58, 74, 186, 234].

Основными сечениями, выделяемыми в структуре кристаллов, являются многоугольные фигуры, вращение которых вокруг своей оси позволяет создать фигуры вращения.

На основании использования данных фигур можно создать формы изделий как для кристалломорфных, так и для биоморфных объектов. В основе каждой формы изделия лежит первичная форма, либо комбинация первичных форм. Морфология изделий во многом предопределяется особенностями структуры, состоящей из различных комбинаций форм [58, 179, 180, 234].

На рисунке 2.12 представлены базовые формы объектов, которые можно использовать для построения вариантов форм сервисной персональной робототехники. Базовые формы можно разделить на поверхности вращения и многогранные поверхности [171]. К поверхностям вращения относятся такие геометрические тела, как цилиндр, конус, сфера. К многогранным поверхностям относят призму, пирамиду [162, 179, 180]. Базовые формы объектов образуют производные формы. К таким производным формам можно отнести усеченные пирамиду, конус и сферу (рисунок 2.13) [35].

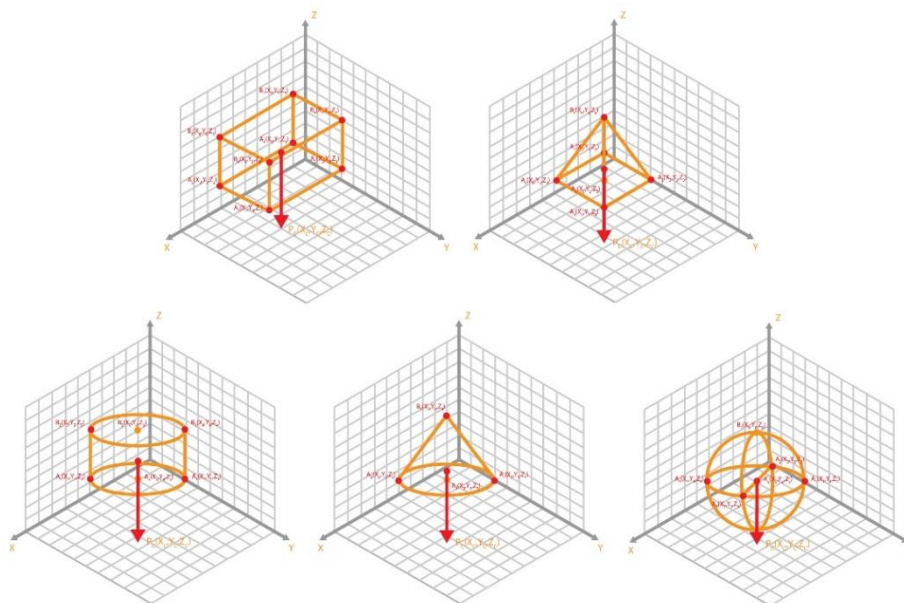


Рисунок 2.12 – Базовые формы объектов

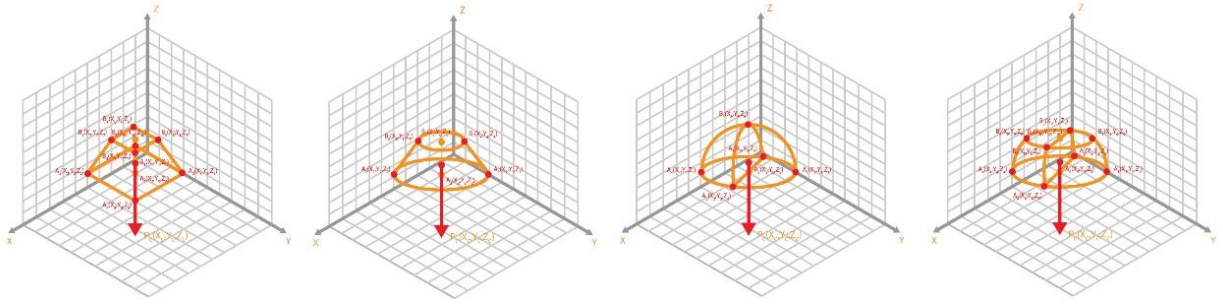


Рисунок 2.13 – Производные формы объектов

Базовые и производные формы можно сочетать в геометрическое тело при помощи комбинаторного анализа. Благодаря ему происходит выбор и расположение элементов в соответствии с техническим заданием. Комбинаторная конфигурация представляет собой способ организации формы из конечного числа элементов с заданными габаритными размерами.

На рисунке 2.14 приведены примеры комбинаций двух форм, которые могут использоваться в разработке проектных вариантов сервисной персональной робототехники. За основание двухэлементной комбинации взяты две противоположных формы: параллелепипед и цилиндр; в качестве второго элемента используются вышеперечисленные базовые и производные формы. Показаны их условные схемы, и представлено визуальное 3D-изображение [109].

Большое количество существующих вариантов комбинаций влечет за собой необходимость в автоматизации хранения и обработки информации, так как ее объемы велики настолько, что обрабатывать ее вручную представляется достаточно трудоемким или невозможным. Электронное программное средство, созданное с использованием информационной базы данных существующих объектов сервисных персональных роботов (на основе разработанного классификатора формообразующих характеристик), позволяет облегчить процесс поиска вариантов проектных решений для дизайнера [62]. Для поиска необходимой формы достаточно ввести состав форм, их геометрические типы, габаритные размеры, и программа подберет варианты и продемонстрирует условные схемы исходя из поставленной задачи.

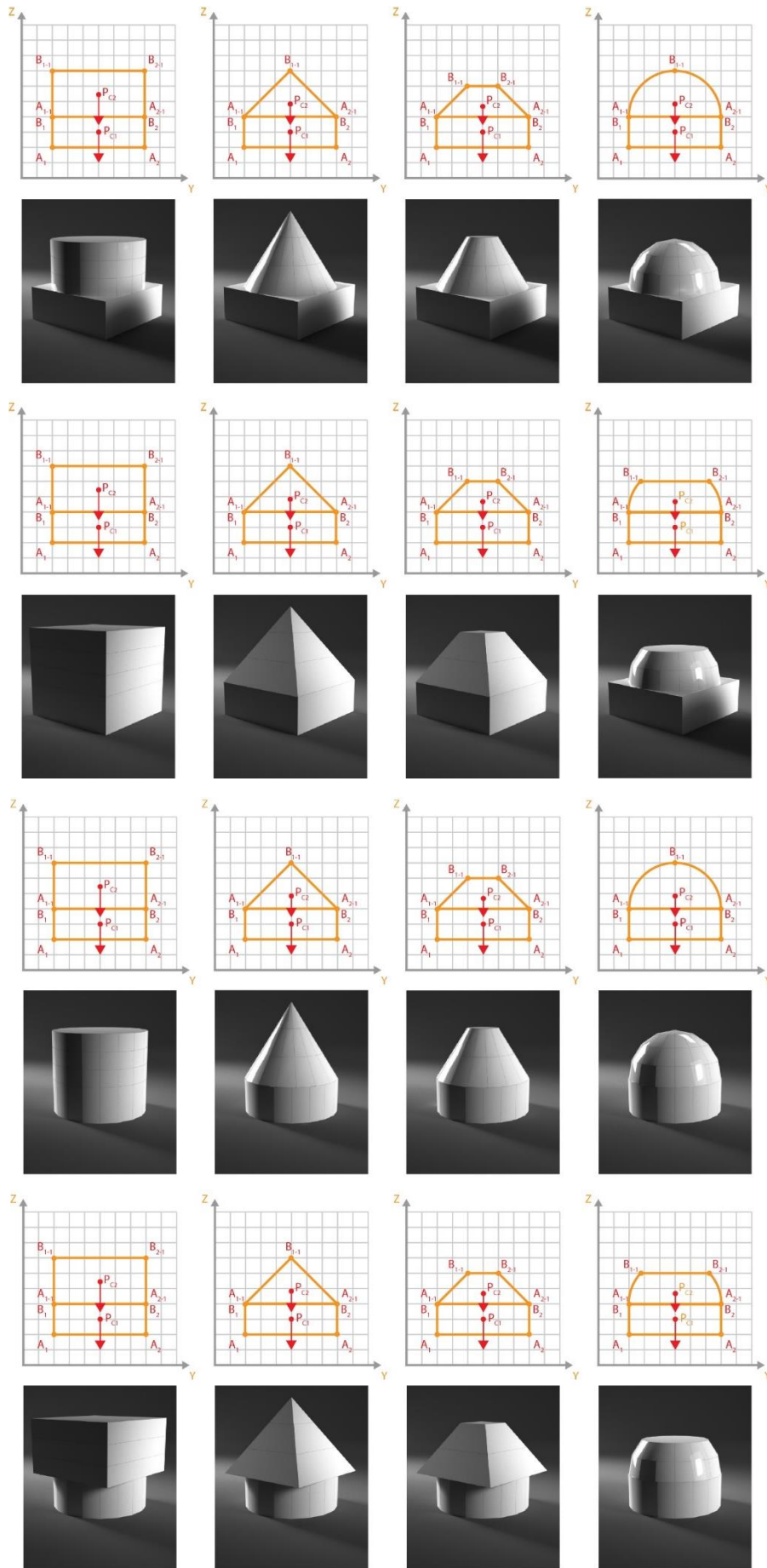


Рисунок 2.14 – Комбинации форм сервисной персональной робототехники

На рисунке 2.15 показаны примеры окон программы с изображением условных схем комбинаций форм проектируемого объекта при использовании в составе двух и трех геометрических форм.

Существующие объекты робототехники также можно анализировать в данном электронном программном средстве (рисунок 2.16). Такой анализ позволяет в дальнейшем избегать наиболее грубых ошибок при проектировании.

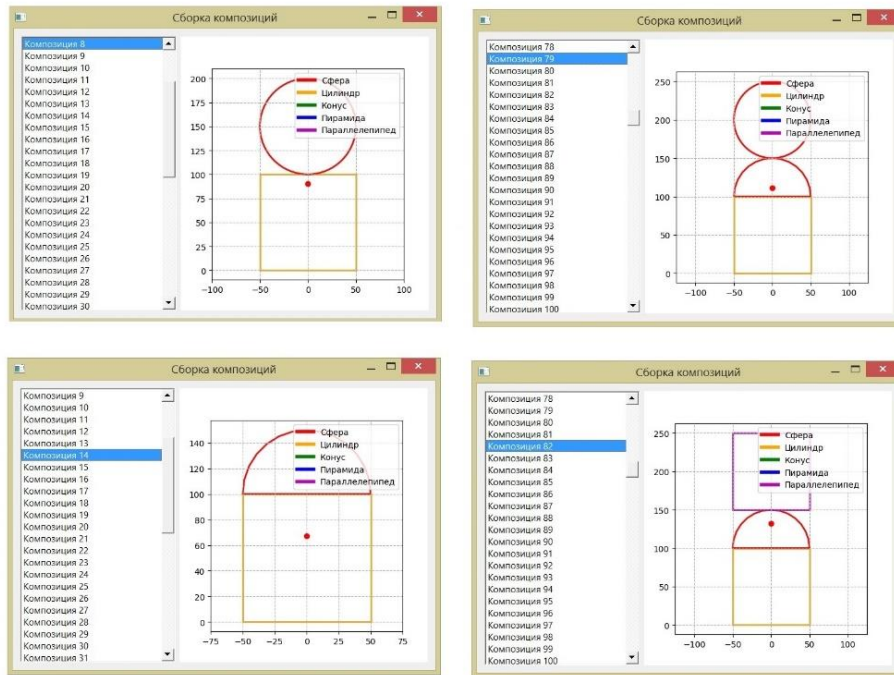


Рисунок 2.15 – Комбинации форм сервисной персональной робототехники в электронном программном средстве

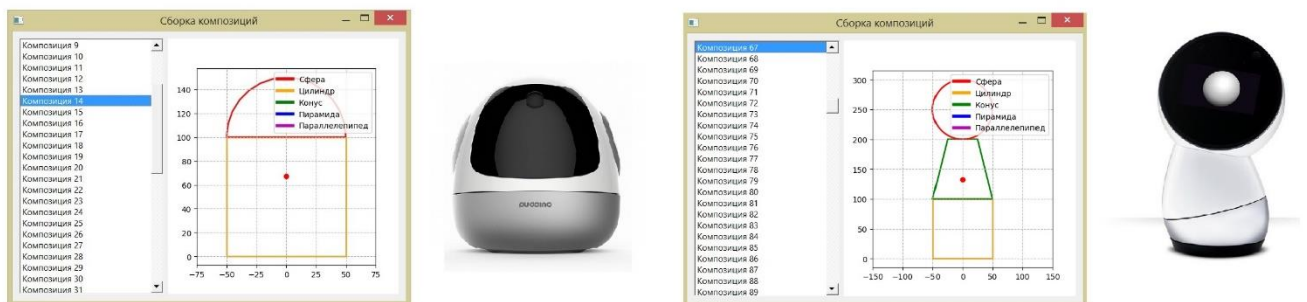


Рисунок 2.16 – Анализ форм существующих объектов сервисной персональной робототехники в электронном программном средстве

Описание критериев характеристики «Форма». Величина формы. Морфология кристаллов, характеризующаяся степенью изометричности, выражается в

различном соотношении их габаритных параметров и сечений. В зависимости от данных соотношений выделяют их морфологические типы [148].

Изометричные объекты имеют одинаковые габаритные размеры во всех трех направлениях. Неизометричные объекты имеют неодинаковые размеры в разных направлениях [155, 274]. У удлиненных изделий преобладает длина над шириной. Уплощенные изделия отличаются тем, что их толщина меньше длины [148].

Данный подход позволяет выделить определенные типоразмеры среди форм проектируемых объектов сервисной персональной робототехники. Первый тип, у которого все три пространственные координаты (длина, ширина, высота) равны между собой, является эталонным. У второго типа параметр длины/высоты является наибольшим по сравнению с двумя другими. Третий тип отличается меньшей шириной по отношению к длине. Форма объекта робототехники может относиться к двум типоразмерам одновременно, тем не менее в такой ситуации может возникнуть вопрос с расположением центра масс и, соответственно, с устойчивостью робота.

Помимо пространственных типоразмеров, формы объектов робототехники можно разделить по их габаритным размерам и массе. Традиционно детали машин делят на четыре размерные группы: крупные, средние, небольшие и мелкие. Такое деление вызвано существующей классификацией станков по типоразмерам, т.к. для каждой детали необходимо достаточное количество пространства рабочего стола, оборудование всегда подбирается исходя из габаритных размеров детали [26].

Описание критериев характеристики «Конструкция». Структура. Внешняя структура корпуса робота выполняет основную формообразующую функцию. Внешние структуры можно разделить на три группы: оболочковую, сегментную и панельную. Оболочковая структура корпуса представляет собой цельно изготовленную деталь и за счет единой формы не нуждается в силовом каркасе, что снижает вес изделия. Сегментная структура построена на принципе независимости и взаимозаменяемости составных частей-сегментов корпуса робота. Каждый сегмент может иметь свою функцию и при необходимости заменяться. Панельная структура делится за счет разъемов на отдельные элементы, которые закреплены

между собой и силовым каркасом. Такая панельная структура за счет составных элементов позволяет легко обеспечивать доступ к внутренней структуре для необходимого обслуживания и ремонта.

Описание критериев характеристики «Конструкция». Компоновка. При проектировании робототехники требуется уделить должное внимание вопросу взаимодействия пользователя и робота. При должном обеспечении эффективности совместной работы необходимо грамотно подойти к выбору метода дизайн-проектирования, для чего следует комплексно рассмотреть внутреннюю структуру робота и связанные со структурой системы его управления и функционирования, т.е. проработать эргатическую систему «человек-робот».

Компоновка робота состоит из нескольких систем, среди которых выделяют информационную, управляющую и исполнительную. Рассмотрим каждую из них. Основной функцией информационной (сенсорной) системы является сбор информации при помощи сенсоров из окружающей робота внешней среды. По своему составу и принципу осуществления деятельности она похожа на человеческие органы чувств. Функцией управляющей системы является (на основании собранной сенсорной системой информации) осуществление управления исполнительной системой. Управляющая система – это «мозг» робота. Функцией исполнительной системы является преобразование управляющих сигналов в движение механизмов робота. Исполнительная система в этом похожа на человеческие мышцы и нервы [238].

Система связи (или «язык» робота) связывает между собой информационно-измерительную и управляющую системы, осуществляя, посредством передачи и обмена сигналами между системами робота, его правильное функционирование и взаимосвязь между роботом и пользователем, роботом и внешней средой.

Такая иерархия компоновочной структуры упрощает управление роботом, реализацию функционирования всех систем и позволяет в случае возникновения проблем оперативно выявить и по возможности устранить неисправность (рисунок 2.17) [238].



Рисунок 2.17 – Структурно-функциональная схема робота

Система управления роботом состоит из трех уровней. Первый уровень связан с заданием пользователем роботу входных внутренних данных, второй уровень – с получением роботом входных внешних данных от пользователя или окружающей среды, третий – с обработкой данных, решением поставленных перед роботом задач и их реализацией. Пользователь осуществляет взаимодействие с роботом на первом уровне путем передачи и получения данных через систему приема и передачи информации, выполненную в виде пользовательского интерфейса робота, который может принимать как графические, так и звуковые данные. Взаимодействие робота с внешней средой или с пользователем осуществляется на втором уровне при помощи системы сбора информации, выполненной в виде сенсорной системы. Обработка данных и принятие роботом решений на третьем уровне производится через систему анализа и синтеза. Данные процессы могут выполняться как в ручном, так и в автоматическом режимах. В автоматическом режиме необходимость в анализе поступающей информации пользователем не требуется, так как данный процесс осуществляется системами робота [55].

Область дизайн-проектирования при разработке робототехники достаточно узка. Поэтому необходимо очертить тот круг деятельности, где дизайнер может принимать участие. Рисунок 2.18 показывает схему управления роботом, на котором можно отметить области дизайн-проектирования. Выделяют систему

приема информации роботом из внешней среды (ее еще называют информационно-измерительной системой) и систему приема-передачи информации роботом человеку или систему связи [72, 181].

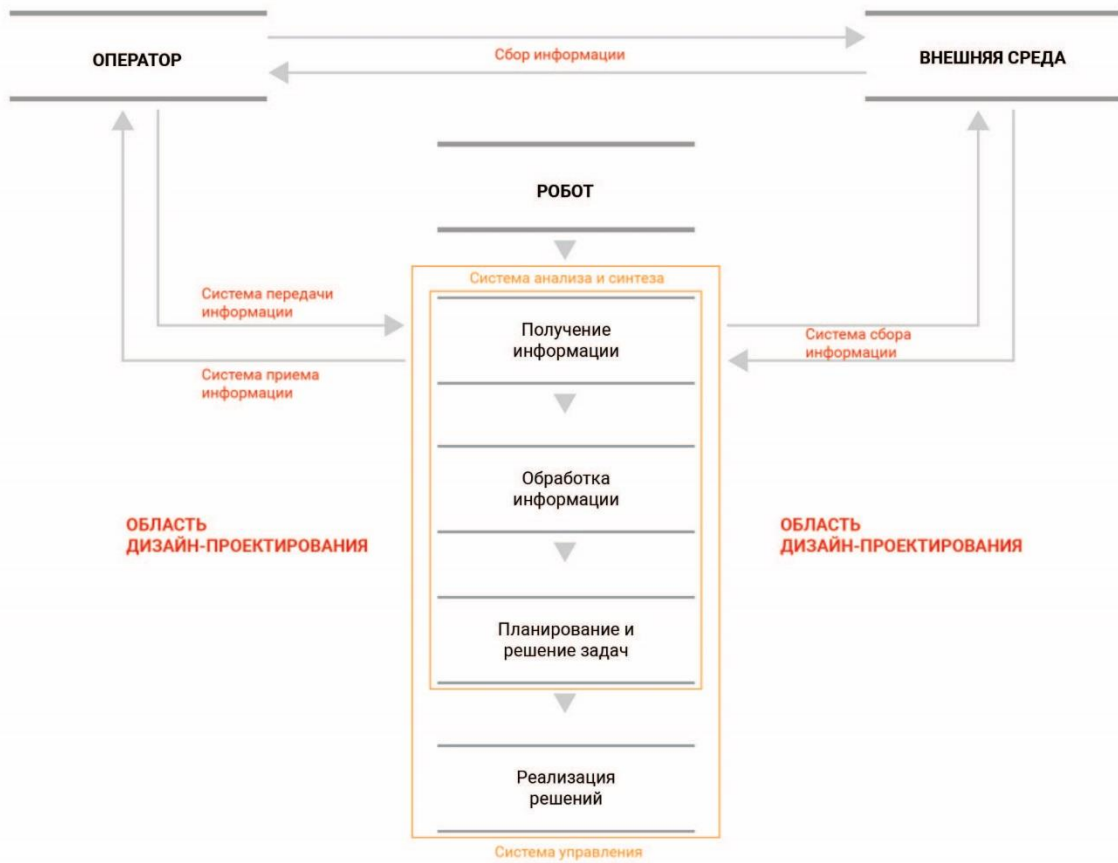


Рисунок 2.18 – Система управления роботом

Пользователь осуществляет управление роботом напрямую. Хотя робот в определенных ситуациях может принимать и осуществлять решения самостоятельно благодаря тому, что обладает собственной информационной (сенсорной) системой и базой знаний [55, 56]. Для того чтобы исследовать принципы взаимодействия робота, человека и внешней среды, необходимо применить антропологический (бионический) подход.

Его сущность заключается в том, что для формирования у человека целостного представления о внешней среде необходимо использовать различные типы ощущений. Их использование обусловлено определенными факторами внешней среды, их еще называют сенсорными стимулами. Данные стимулы действуют на человеческие рецепторы подобно раздражителям, заставляя человека

применять все присущие ему возможности, такие как слух, зрение, обоняние, осязание, вкус и вестибулярный аппарат. Т.е. формируемый у человека образ, возникающий в результате воздействия внешних факторов, является результатом совместной деятельности сенсорных рецепторов и мозга [237].

Такой подход применим в том числе к робототехнике. У робота выделяют каналы сенсорной рецепции. В случае человека, у которого доминирующими могут быть один или два канала (чаще всего это зрительные и звуковые сигналы), робот также может осуществлять свою деятельность через наиболее оснащенный технически канал. Современная робототехника обладает всеми уровнями сенсорной рецепции и способна осуществлять выбор уровня самостоятельно в зависимости от сигналов внешней среды. В отличие от человека, которому требуется время на получение, обработку и передачу сигналов, робот способен принимать и отображать полученную информацию на экране в один и тот же момент [196].

Робот обладает развитой сенсорной системой, с помощью которой получает информацию от пользователя и окружающей его среды. Существуют три уровня данной системы. Первый уровень включает в себя сенсоры и датчики, которые позволяют роботу определять его положение в пространстве и ориентацию, задают определенные параметры движения и передают данные для того, чтобы совершить требуемые усилия исполнительской системы, определяют возможность взаимодействия с внешней средой. Это такие сенсоры как гироскопы, акселерометры, навигационные системы и т.п. Второй уровень содержит сенсоры и датчики, позволяющие выявлять физико-химические свойства внешней среды. Это такие приборы как дальнометры, датчики звука, света, температуры и т.п. Третий уровень охватывает системы, которые позволяют роботу оценить ситуацию, происходящую в окружающей среде. Это такие приборы как видеокамеры, сканеры, тепловизоры и т.п. [220, 253, 277].

Человек обладает своими каналами сенсорной рецепции. Используя бионический подход, можно провести определенные параллели между возможностями человека, робота и внешней среды. Механизм работы

человеческих каналов сенсорной рецепции лежит в основе информационной (сенсорной) системы робота. Одним из ведущих каналов человека является зрение, т.к. оно позволяет быстрее и эффективнее всего сориентироваться человеку в пространстве. Поэтому искусственное зрение робота является основным средством адаптации робота к окружающей среде. Помимо зрения робот использует каналы для выстраивания своего поведения, идентичные человеческим системам слуха и осязания.

Очувствление робота является очень важным аспектом, требующим внимания при его проектировании. Одним из типов сенсоров, которым может робот обладать, являются вестибулярные сенсоры. С помощью вестибулярного аппарата человек находит необходимое положение тела в пространстве, тем самым реализуется вестибулярная функция. За вестибулярный аппарат робота отвечает отдельная часть информационной системы, реализующая его управление и взаимосвязь с его моторикой [237].

Рисунок 2.19 показывает каналы сенсорной рецепции человека, уровни сенсорных систем робота и сигналы, производимые внешней средой. Сенсорные системы робота обладают, по сравнению с возможностями человека, меньшим диапазоном каналов рецепций. Человек способен передавать роботу ограниченное количество информации, но чуть большее по сравнению с его возможностями. Внешняя среда может передавать сигналы, которые человек способен транслировать неполно. Данная система позволяет выстроить уровни взаимодействия человека, робота и внешней среды, что дает возможность дизайнеру расширить свой диапазон проектных приемов и средств.

Описание критериев характеристики «Конструкция». Строение элементов.

Чем быстрее развивается робототехника, тем более усложняются задачи, решаемые ею. В зависимости от уровня задач различают степени вовлеченности пользователя в процесс управления роботом. Например, при взаимодействии робота и пользователя степень его вовлеченности может быть максимальной настолько, что он может управлять движениями робота, т.е. все действия робота контролируются человеком [55].

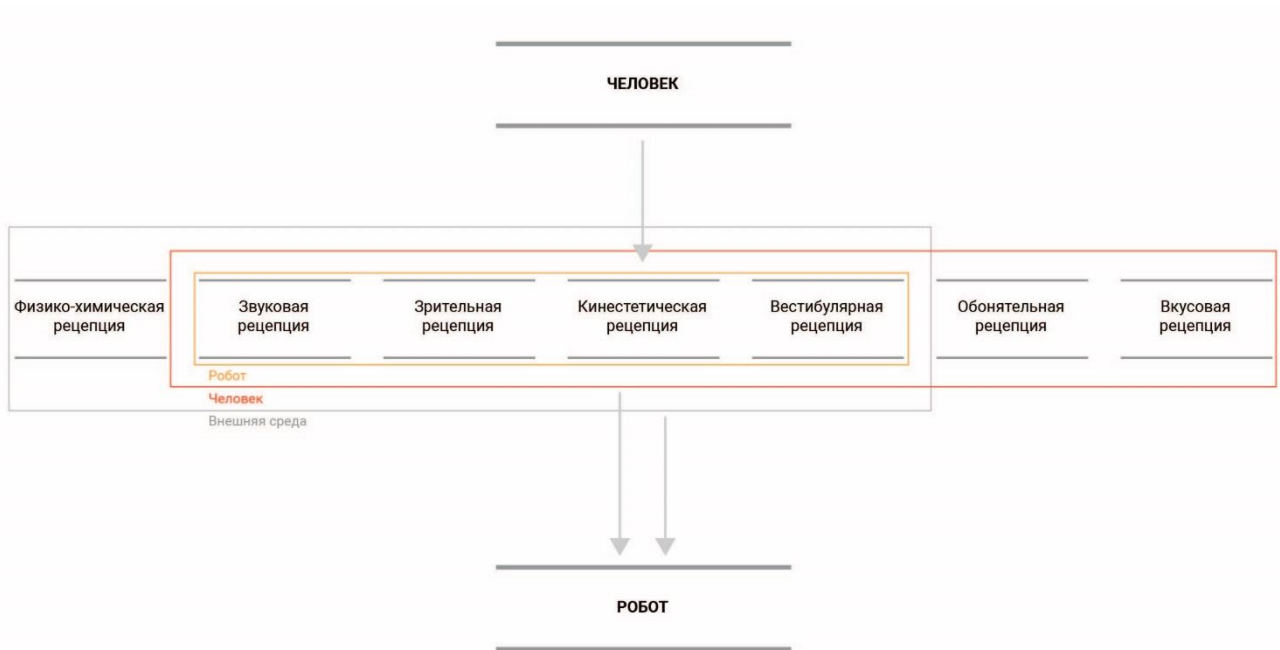


Рисунок 2.19 – Система взаимодействия сенсорных рецепций человека, робота и внешней среды

Тем не менее эффективность такого управления может быть достаточно низкой в силу того, что каналы получения информации ограничены, человек может не успеть среагировать на потенциальную опасность для себя и робота и минимизировать ее. Поэтому одним из самых удобных способов осуществления взаимодействия, особенно в чрезвычайных условиях, является такой контакт пользователя и робота, когда человек получает информацию от его систем наблюдения через систему управления, т.е. автоматизированное управление роботом [55, 125].

Однако, возникают такие ситуации, когда подобный уровень управления является неэффективным. Например, в процессе выполнения сложных операций с технической точки зрения требуется высокая скорость обмена данными. В этом случае человеку требуется осуществлять очень близкий контакт с роботом, используя все каналы сенсорной рецепции [282]. Идеальным вариантом решения данной ситуации являются самостоятельные автономные действия робота, которые не зависят от скорости приема и передачи решений пользователя.

Степени вовлеченности пользователя и робота образуют эргатическую систему «человек-робот», эффективное использование которой позволяет создать

наилучшее взаимодействие между биологической системой человека и технической системой робота [55].

Особенностью эргономического аспекта при проектировании робототехники является выявление наибольшей эффективности взаимодействия робота и человека. Поэтому следует обеспечить должную безопасность человеку, работающему с техникой. Во-первых, пользователь должен быть обучен взаимодействию с роботами, во-вторых, необходимо жёстко разделять уровни вовлеченности каждого участника работы в процесс. Помимо этого, с техническим устройством должно быть удобно работать, обслуживать и осуществлять при необходимости ремонт. Все эти вопросы решаются на этапе конструкторской проработки объекта, в том числе тогда, когда ведется разработка системы управления, включающей в себя панели управления, дисплеи, пульта, сенсоры и другие средства получения и передачи сигналов, а также пользовательские интерфейсы [51].

Пользователь может быть как полноценным участником управления робототехнической системой (под его контролем выполняются процессы сбора, обработки и передачи информации), так и сторонним наблюдателем. Уровень вовлеченности пользователя в процесс является различным, поэтому объекты, которые будет проектировать дизайнер, должны проектироваться индивидуально в каждом отдельном случае.

Рисунок 2.20 представляет собой зависимость способов и средств управления объекта проектирования. В качестве средств управления представлены не только технические устройства системы управления, но также ее программные средства, такие как пользовательские интерфейсы (UI) и информационная архитектура (UX) [198, 237].

Область дизайн-проектирования сервисной персональной робототехники включает работу с внешней формой объекта и с элементами системы управления робота.

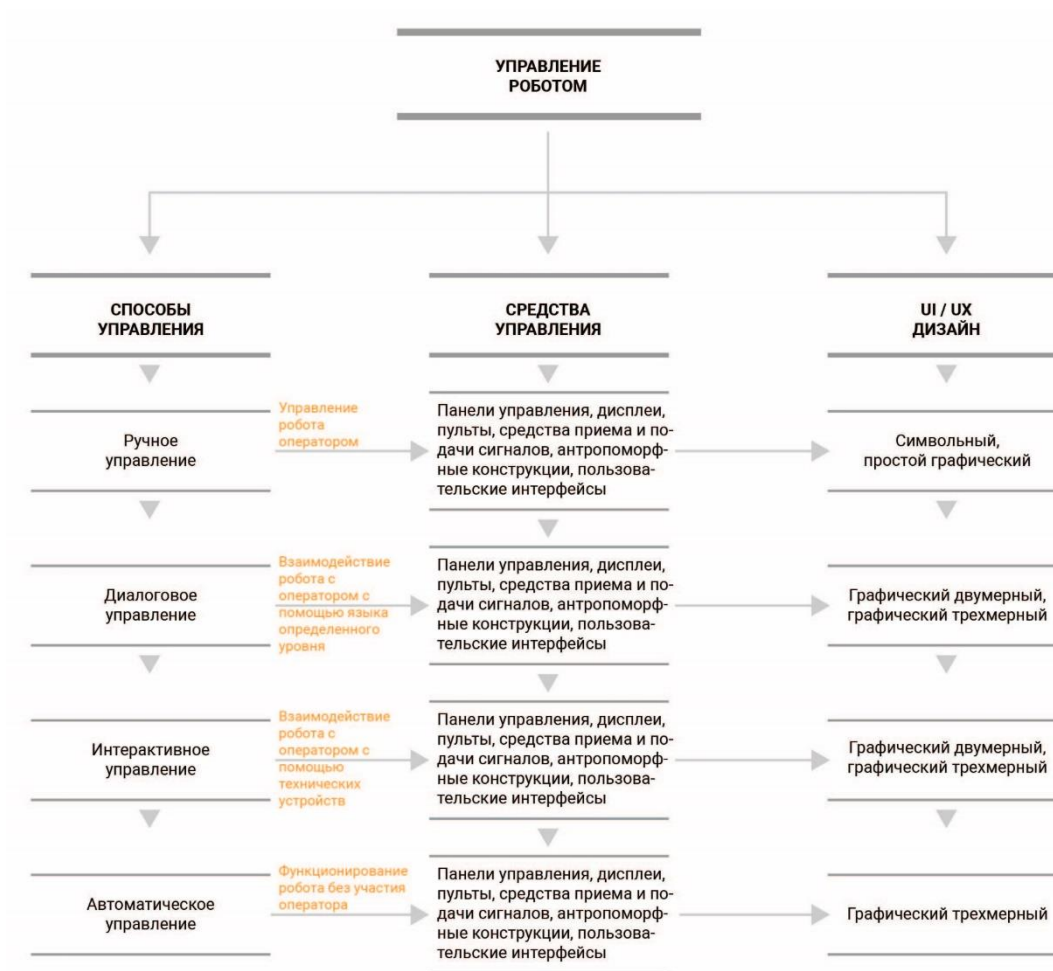


Рисунок 2.20 – Способы и средства управления роботом

Дизайн-проектирование пользовательского интерфейса содержит в себе две составляющие: художественную и инженерную. Область, с которой работает художественная составляющая проектирования, тесно связана с эстетикой восприятия пользователем интерфейса, инженерная составляющая влияет на внешнее и внутреннее управление системой интерфейса, работает с ее компонентами, выполняющими операционные и управляющие функции [68, 168, 232]. Средства внешнего управления значительно отличаются друг от друга в зависимости от того, какой класс программных средств был использован проектировщиком. Для выявления подходов к проектированию средств внешнего управления требуется их классифицировать.

Классификация интерфейсов основана на том, как выстраивается взаимодействие человека и робота. От способа реализации контактной работы зависит выбор средств управления интерфейса. Средства управления могут быть

символьными или графическими. Классам соответствуют определенные подклассы: символьный класс реализуется визуально на экране объекта проектирования в виде командной строки, графический класс является как двумерным, так и трехмерным, и реализуется в виде различного рода графических элементов управления. Работа всех графических интерфейсов осуществляется в определенном порядке. Сначала открывается окно на экране, которое содержит меню и значки, при помощи которых осуществляется управление интерфейсом. Такие пользовательские интерфейсы имеют свою аббревиатуру – WIMP (window – окно, icon – значок, menu – меню, pointing device – манипулятор) [197].

В настоящий момент, кроме командного и графического пользовательских интерфейсов, развиваются такие новые классы, как речевые (SILK), биометрические (мимические) и семантические (общественные).

На рисунке 2.21 представлена схема существующих классов и соответствующих им подклассов интерфейса, типы управляющих средств [7].

Средством управления интерфейса является его язык, поэтому функционирование систем управления зависит от того, насколько грамотно он выстроен и эффективно работает [7]. Как у всякого языка, у языка интерфейса есть свой синтаксис, элементами которого являются графические знаки-символы и связанные с ним образы. Каждому элементу системы управления соответствует определенный знак, за которым закрепляется место в системе управления интерфейса. Место зависит от того, какие свойства данному знаку присущи. Как и всякой системе, системе управления интерфейсом присуща строгая иерархия [51]. Нарушение расположения элементов или порядка их применения вызывает ошибки. Поэтому от дизайнера требуется жесткое соблюдение иерархии системы.

Разработанные проектные варианты дизайна интерфейса, во-первых, основываются на законах композиции, во-вторых, элементы композиции связаны с образами и ассоциациями, соответствующими типу управляющих средств и определенной области применения. Составляющие дизайна интерфейса не могут быть случайными, они должны создавать композиционную, образную целостность, выдерживать общее стилевое решение проектируемого объекта [197].

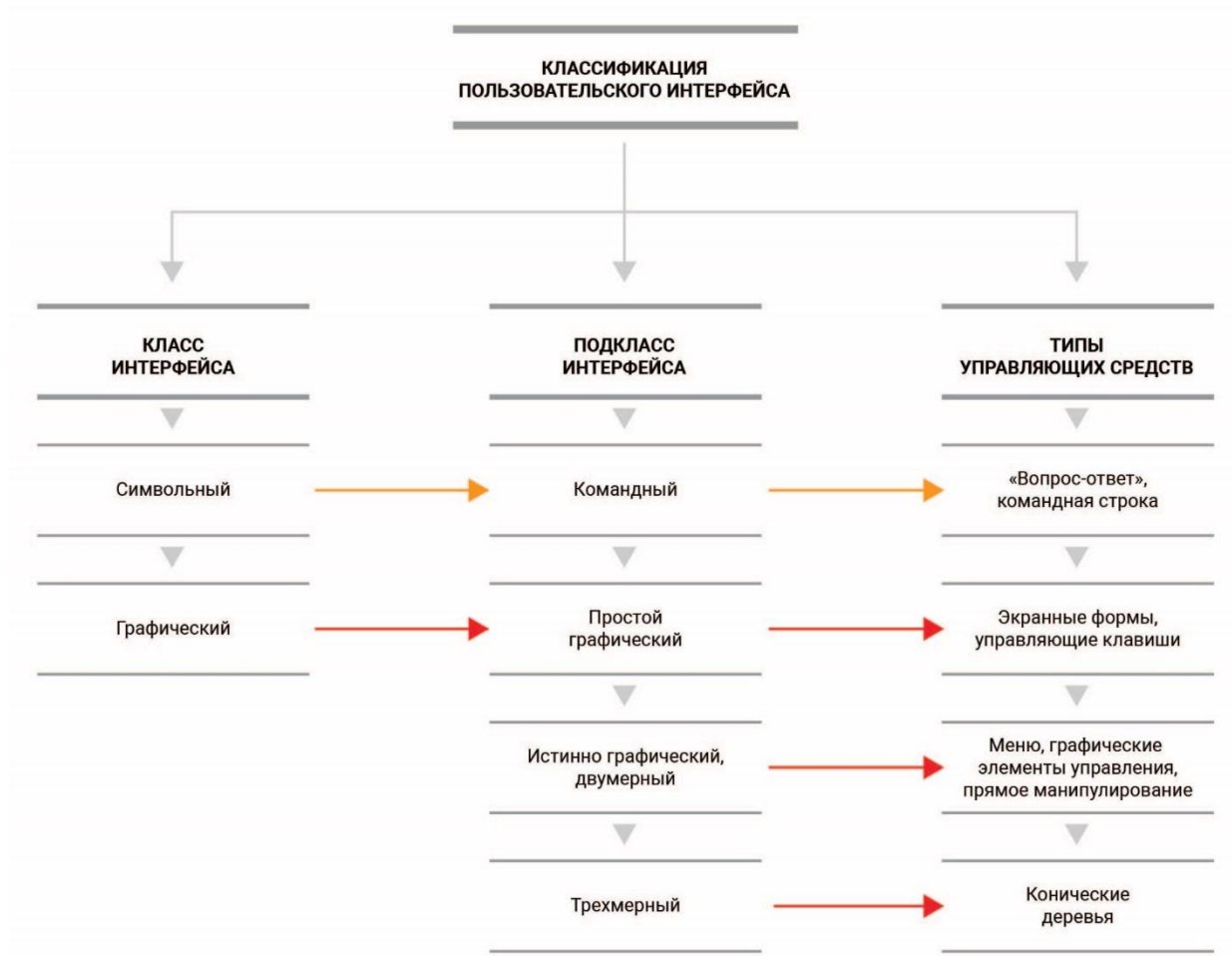


Рисунок 2.21 – Классификация пользовательского интерфейса

Качество интерфейса зависит от глубины проработки его системы, оценить которое можно как по содержанию элементов системы управления, так и по их работе в системе [143]. Поэтому при проектировании интерфейса используется либо функциональный подход, либо эргономический. Первый основан на применении средств синтаксиса языка интерфейса, второй – на их применении с учетом особенностей человека.

В силу того, что пользователь непосредственно вступает в контакт с интерфейсом, его эргономике требуется уделить особое внимание. Помимо состава, расположения, очередности элементов интерфейса проектируемого объекта (т.е. особенностей, связанных с комфортностью восприятия интерфейса), следует тщательно продумать работу пользователя с экраном объекта, манипулирование элементами интерфейса. Тем самым эргономика интерфейса

будет логически продолжать эргономические особенности внешней формы объекта проектирования [44, 45, 225].

Описание критериев характеристики «Конструкция». Виды стыков. При проектировании корпуса робота необходимо учитывать линии стыковки деталей конструкции. Чтобы линии стыковки не разрушали внешний визуальный образ, требуется учитывать необходимость и гармонизацию стыков. За счет проработки линий стыков появляется возможность добиться еще большей выразительности форм, создать дополнительные акценты, подчеркнуть необходимые элементы. Выбор стыковки производится исходя из функционального назначения, нагрузки, способа крепления панелей. В таблице 2.4 приведены основные решения стыковых соединений деталей [110, 204].

Таблица 2.4 – Решения стыковых соединений деталей

| Соединения | Описание |
|--|---|
| Стационарно закрепленные детали встык | Данное решение позволяет точно базировать панели друг относительно друга на силовом каркасе. Требуется высокое качество изготовления и сборки при стыке панелей в единую поверхность. При акцентированном разъеме требования к точности в изготовлении и сборке снижаются |
| Стационарно закрепленные детали внахлест | Данное решение позволяет точно базировать панели друг относительно друга за счет прилегания поверхностей без участия силового каркаса. Требуется высокое качество среза листа |
| Соединение стационарно закрепленной детали и откидной/съёмной панели | Может быть выполнено как внахлест, так и встык. Требуется офланцовка на стыках для откидывания/снятия подвижной детали |

Описание критериев характеристики «Материал». Описание типов материалов, а также их сравнение в зависимости от характеристик приведено в Главе 3.

Описание критериев характеристики «Технология». Описание технологий, а также их выбор в зависимости от типа материала приведено в Главе 3.

Описание критериев характеристики «Стиль». Вещность формы. За каждой задачей, стоящей перед дизайнером, кроется определенный потребитель, определяющий подход к проектированию будущего изделия. Одним из подходов является реализация инструментальной функции, т.е. решение проектной

задачи с точки зрения отношения к объекту проектирования как к материальной вещи, в которой заложена определенная информация, выраженная в ее зримой функциональности [145]. Для ее проработки требуется анализировать как ее окружение, заменяя близкие по внешнему облику вещи (метонимия), так и ее ближайшие аналоги, подменяя одно понятие другим (метафора), что позволяет переосмыслить внешний облик изделия [65, 147, 256].

Описание критериев характеристики «Стиль». Жизнедеятельность формы. Достаточно часто требуется воплотить в разрабатываемом изделии идею ценности изделия для потребителя. Тогда на первый план выходит не только воплощение материальности разрабатываемого объекта, но также поиск символов, берущих начало из культурного пространства и выражающихся в различных формах жизнедеятельности [145]. При этом важно соотносить объект и с ценностями определенной социальной группы, к которой пользователь либо принадлежит, либо идеи данной группы ему близки (аллегория) [65, 147, 256].

Описание критериев характеристики «Стиль». Образность формы. При проектировании изделия достаточно важной эстетической характеристикой является ее культурная насыщенность, где форма изделия содержит в себе элементы наиболее значимых культурных форм, т.е. произведений архитектуры, скульптуры, живописи [47, 137, 145, 256]. В связи с этим дизайнер должен уметь использовать такие морфологические единицы, как, например, цвет, текстура, фактура, масштаб, пропорции, взаимное расположение элементов и др. [65, 147].

Функциональные процессы, характерные для сервисной персональной робототехники, являются сложными и многоплановыми, поэтому для раскрытия основной функции объекта и выявления наиболее характерных черт в его внешнем облике (т.е. при выборе главной темы, подчеркивающей характер), требуется уделить достаточное внимание выразительности формы и процессу ее создания. Для этого необходимо работать как с окружающей проектируемый объект средой (омонимия), так и с самим объектом (синонимия).

С эстетической точки зрения образность формы позволяет отразить как свойства формы сами по себе, так и представить ее как часть предметно-

пространственной среды. Образы, которыми наделяется объект, зависят от того, как развито воображение смотрящего на него человека, и от возникновения у него ассоциативных связей [159]. Образность можно представить в качестве языка, который имеет свой визуальный образ-знак и присущий ему смысл (значение). Каждый знак при его восприятии вызывает определенную эмоциональную реакцию и позволяет дать ему эстетическую оценку. Некоторые часто применяемые образы-знаки и их вероятный для большинства людей смысл и эмоциональное содержание приведены на рисунке 2.22 [177].

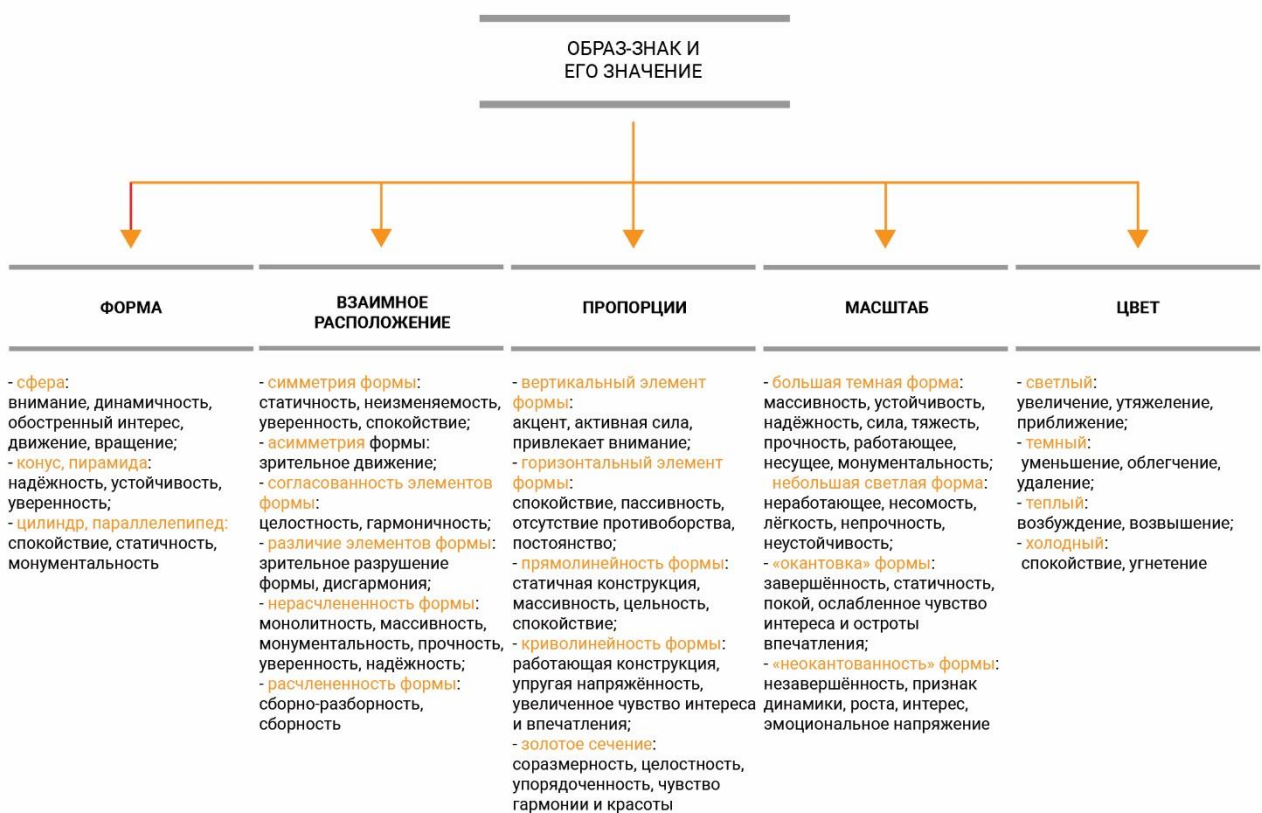


Рисунок 2.22 – Образность формы

Образность формы объекта выражается в его тектонике. Во-первых, каждая форма имеет свои, присущие ей образы-знаки, во-вторых, использование определенной формы позволяет достичь необходимой эмоциональной и, соответственно, эстетической реакции. Поэтому при необходимости получения конкретной эстетической оценки рекомендуется использовать образы-знаки, присущие характерной им форме.

2.4 Выводы по главе 2

1. Разработана методика дизайн-исследования сервисных персональных роботов, основанная на типизации существующих объектов сервисных персональных роботов по характеристикам, выделяемым производителями и потребителями, а также методика анализа их визуальной формы, что позволяет сформировать группу факторов, влияющих на процесс формообразования, и создать классификатор формообразующих характеристик с целью его практического применения при дизайн-проектировании сервисной персональной робототехники.

2. Сформирована информационная база данных существующих объектов сервисных персональных роботов, содержащая характеристики объектов, анализ которых позволяет выделить факторы, оказывающие влияние на их формообразование.

3. Создан классификатор формообразующих характеристик сервисных персональных роботов, с помощью которого обеспечивается упорядоченность, систематизация и унификация объектов, а также создаются условия для эффективной автоматизированной обработки этих данных в процессе дизайн-проектирования.

ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДИЗАЙНЕ СЕРВИСНЫХ ПЕРСОНАЛЬНЫХ РОБОТОВ

3.1 Анализ материалов и технологий на отечественных производственных предприятиях

Технический и технологический уровень промышленного производства. Ведущей мировой отраслью производства является машиностроение. Уровень ее развития является показателем состояния производственной системы государства и ее потенциала, а также обеспечивает необходимое функционирование отраслей экономики и формирование потребительского рынка [119]. Оно влияет на важнейшие показатели ВВП, такие как материалоёмкость и энергоёмкость, и напрямую связано с обороноспособностью государства и уровнем экологической безопасности производства [21].

Машиностроение вместе с производством металлических изделий, металлических конструкций и ремонтом машин и оборудования входит в состав более крупной комплексной отрасли промышленности – машиностроение и металлообработка. Отрасли машиностроения объединены в единый машиностроительный комплекс, который включает в себя более 100 специализированных отраслей, подотраслей и производств. Российский рынок машиностроения – это совокупность рынков, отличающихся между собой как по номенклатуре и объему производимого товара, так и по степени экономической концентрации и конкурентоспособности. [119].

В настоящий момент рынки производства высокотехнологичных машиностроительных изделий вынуждают производителей быстро адаптироваться к требованиям потребителей и выполнять заказы в кратчайшие сроки. Для выполнения данных требований производство должно быть высокоэффективным и конкурентоспособным.

Можно выделить три фактора, которые определяют конкурентоспособность продукции: качество продукции, длительность технологического цикла, себестоимость продукции [160].

Технологическая подготовка производства достаточно сильно влияет на уровень данных показателей, поскольку формирует путь прохождения технологического цикла производства конкретной детали, что определяет временные затраты на ее изготовление. Поэтому для повышения конкурентоспособности продукции требуется обеспечить ее максимальное качество.

Одной из важных задач при формировании технологической подготовки производства является подбор оборудования, которое позволит решить поставленные задачи наилучшим образом. Для машиностроительного производства при изготовлении деталей характерно разнообразие технологических процессов и сопутствующее им большое количество операций, что усложняет задачу.

При выборе оборудования следует обращать внимание на обеспечение требуемых характеристик обработки изделия, что достигается за счет использования различных режимов обработки, выбора оснастки и инструмента, грамотного подбора материала изделия и его конструктивных параметров, выполнения требований вспомогательных процессов.

Оборудование, транспортные средства составляют значительную долю от стоимости основных фондов производственных предприятий. Таким образом, оборудование, являясь активной частью этих фондов, формирует технический и технологический уровень промышленного производства, во многом определяя конкурентоспособность предприятий [235].

Как показывает опыт предприятий, занимающих лидирующие позиции на рынке, основными факторами, влияющими на качество выпускаемой продукции, являются, во-первых, материальная база (инфраструктура, оборудование, технологии), во-вторых, квалифицированный персонал, в-третьих, грамотное управление предприятием. Для достижения необходимого уровня современной

продукции необходимо взаимодействие всех факторов, базой качества являются передовые технологии, современное оборудование и грамотный персонал [217]. Отсутствие необходимой материальной базы и низкая квалификация персонала может привести либо к тому, что повышения конкурентоспособности продукции происходить не будет, либо к тому, что она будет закономерно снижаться [115, 213].

Обзор уровня оснащённости оборудованием отечественных производственных предприятий. Сегодня российское машиностроение переживает общие для всех отраслей перерабатывающей промышленности проблемы, и одной из основных является неудовлетворительное состояние воспроизводства основных фондов [100]. Эксперты объясняют такое состояние тем, что в начале 90-х гг. XX в. произошло нарушение экономических связей между предприятиями, которые были вынуждены выживать в новых условиях самостоятельно, что повлекло за собой всё увеличивающийся разрыв между заводами [117, 120]. В связи с этим в настоящее время у многих предприятий машиностроительного комплекса отсутствует возможность своевременной замены основных фондов, что ведет к продлению сроков использования неэффективных средств производства [100, 160].

Рассмотрим динамику состояния основных фондов отечественных предприятий, касающихся оснащённости оборудованием, а также возможности его производства, т.к. уровень развитости государства демонстрируется уровнем развития его промышленности, в том числе обеспеченностью производственным оборудованием. В данной оценке имеет значение не только обеспеченность производственных предприятий станками, наличие у них современного оборудования, но и минимизация зависимости страны от импорта [194].

Согласно статистическим данным, в России перепись металлообрабатывающего оборудования проводилась в последний раз в 1992 году. Поэтому точную количественную и возрастную оценку российского парка станочного оборудования дать достаточно сложно, вся информация является приблизительной.

Американские исследователи «Gardner Research. The World Machine-Tool Output & Consumption Survey» в разные годы проводили изучение парка станков различных стран [280, 283]. Сообщаемые ими сведения сведены в график, представленный на рисунке 3.1. В данной зависимости учтены продажи нового, поддержанного и отремонтированного оборудования.

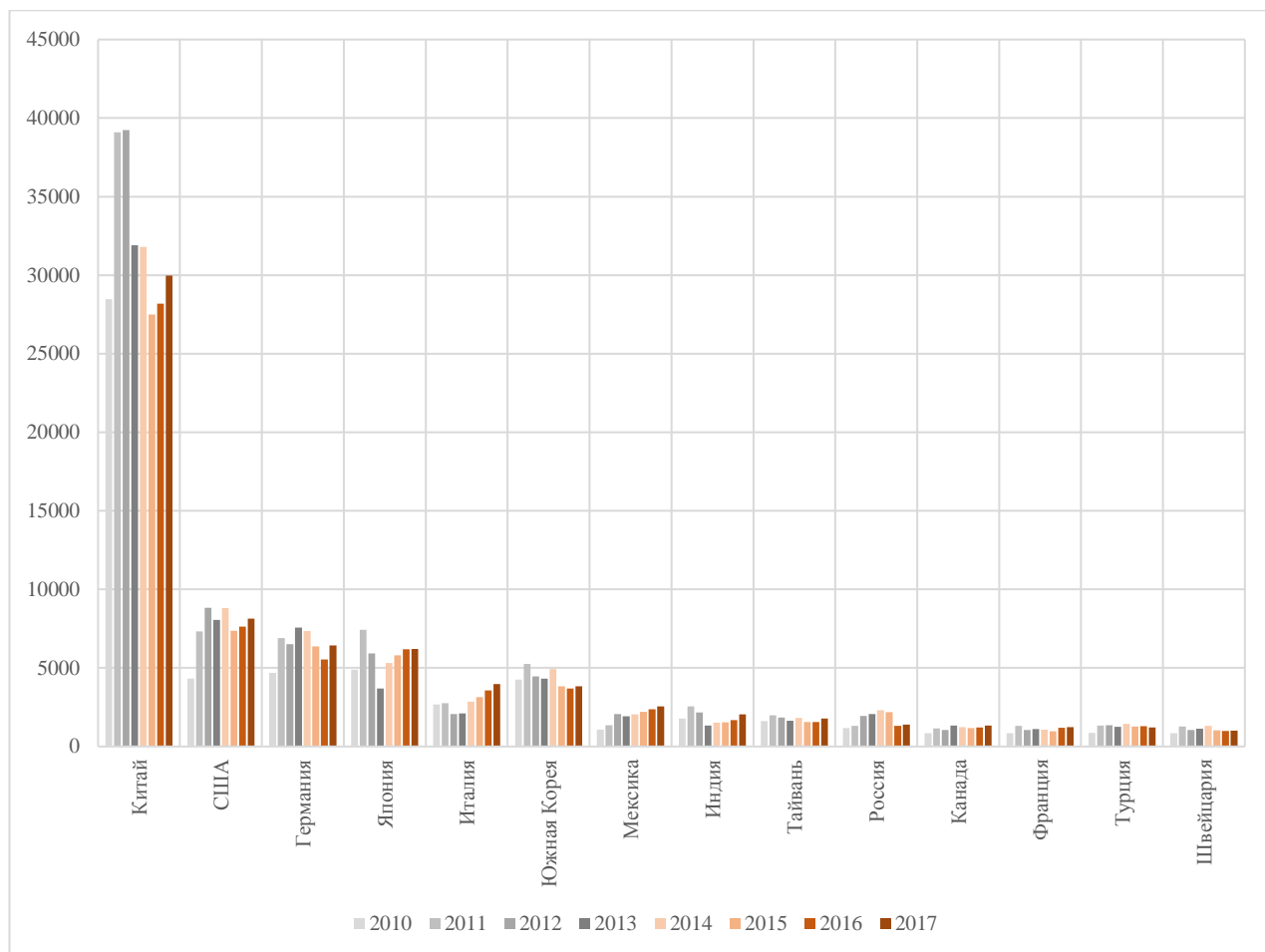


Рисунок 3.1 – Потребители станков в мире в 2010 – 2017 гг., млн. дол.

Потребление станков сегодня определяет возможности производства завтра, т.к., обновляя свой станочный парк, производители обновляют производственные мощности и закладывают потенциал для их увеличения в будущем.

Согласно статистическим данным, Россия в списке потребителей оборудования находилась всего на 9-м месте в 2015 г., а за период 2010-2015 гг. не поднималась выше 7-го места. Поэтому нет свидетельств тому, что Россия готовится в будущем занимать место в мировом списке промышленных лидеров.

Рисунок 3.2 показывает количество производителей станков в мире в зависимости от стран (данные Gardner Research) [280, 283].

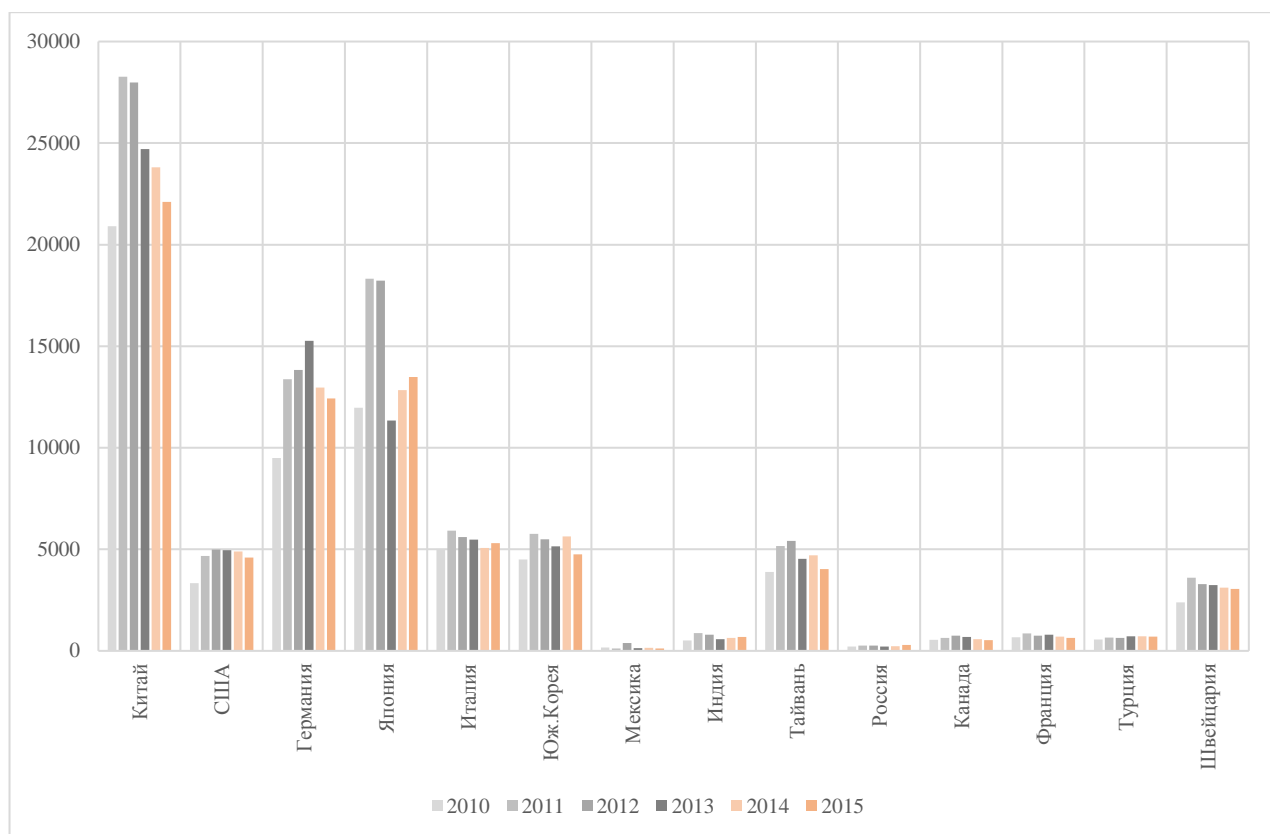


Рисунок 3.2 – Производители станков в мире в 2010 – 2015 гг., млн. дол.

На рисунке хорошо видно, что производство станочной продукции в России достаточно невелико, но в то же время стабильно. Можно прогнозировать, что в последующие годы производство тенденции к увеличению иметь не будет.

Представленные данные позволяют разделить страны по определенным категориям: лидеры, крупнейшие, крупные, средние и небольшие производители и потребители (таблица 3.1) [280, 283].

Таблица 3.1 – Страны-производители и потребители станков в мире

| Категория | Производители | | Потребители | |
|------------|---------------|---|-------------|--|
| | Млрд. \$ | Страны | Млрд. \$ | Страны |
| Лидеры | Свыше 10 | Китай, Германия, Япония | Свыше 27 | Китай |
| Крупнейшие | 3-6 | Италия, Южная Корея, США, Тайвань, Швейцария | 4-10 | США, Германия, Япония |
| Крупные | 0,5-1,2 | Испания, Австрия, Англия, Канада, Турция, Чехия, Франция, Индия | 1-4 | Южная Корея, Италия, Мексика, Россия, Тайвань, Индия, Турция, Канада, Тайланд, Швейцария |
| Средние | 0,05-0,5 | Бразилия, Мексика, Бельгия, Россия, Португалия, Швеция, | 0,5-1 | Вьетнам, Франция, Англия, Индонезия, |

| | | | | |
|-----------|------------|---|-----------|---|
| Средние | 0,05-0,5 | Дания, Аргентина, Польша, Румыния, Нидерланды, Финляндия, Австралия | 0,5-1 | Бразилия, Австрия, Польша, Испания, Чехия |
| Небольшие | Менее 0,05 | Остальные страны | Менее 0,5 | Остальные страны |

Потребление станкостроительной продукции в России характеризуется двумя основными тенденциями: падением собственного производства, а также непрерывным ростом импорта оборудования. Данная ситуация показана в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Зависимость от импорта в потреблении металлообрабатывающего оборудования в России в 2014-2016 гг.

| Показатель | Единица измерения | 2014 | 2015 | 2016 |
|--------------------|-------------------|--------|-------|-------|
| Потребление | млрд. руб. | 77,9 | 73,28 | 60,63 |
| | шт. | 17724 | 17011 | 17760 |
| Импорт | млрд. руб. | 71,698 | 67,7 | 55,2 |
| | шт. | 12552 | 10935 | 12100 |
| Производство | млрд. руб. | 8,61 | 7,41 | 7,71 |
| | шт. | 5756 | 6668 | 6280 |
| Экспорт | млрд. руб. | 2,4 | 1,83 | 2,28 |
| | шт. | 554 | 592 | 620 |
| Импортозависимость | руб., % | 92% | 92% | 91% |
| | шт., % | 71% | 64% | 68% |

Очевидно, что отечественное станкостроение не обеспечивает потребности экономики. При этом необходимо помнить то, что Росстат в качестве данных по импорту учитывает не только металлорежущее, но все металлообрабатывающее оборудование и инструмент. Можно сделать вывод, что импорт станков составляет не сотни тысяч, а скорее всего несколько десятков тысяч штук [27, 189, 201, 202].

Ассоциация «Станкоинструмент» выделяет основных поставщиков импортного станочного оборудования в Россию. По ее данным это следующие страны: Германия (30%); Тайвань (11%); Япония (11%); Швейцария (7%); Италия (7%); США (6%); Чехия (5%) [95].

В таблице 3.3 представлена сводная информация по количеству оборудования в российском станочном парке. Данные приведены на основании сведений Росстата.

На рисунке 3.3 представлено распределение оборудования в России по возрастным группам [96]. Требуется отметить, что большая часть станков являются морально устаревшими, т.е. на уровне 70-80-х гг. XX в. Их техническое состояние поддерживается за счет модернизации и капитальных ремонтов.

Таблица 3.3 – Российский станочный парк, тыс. шт.

| 1992 | 2002 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2754,1 | 2200 | 1535 | 1406 | 1289 | 1188 | 1067 | 953 | 850 | 760 |

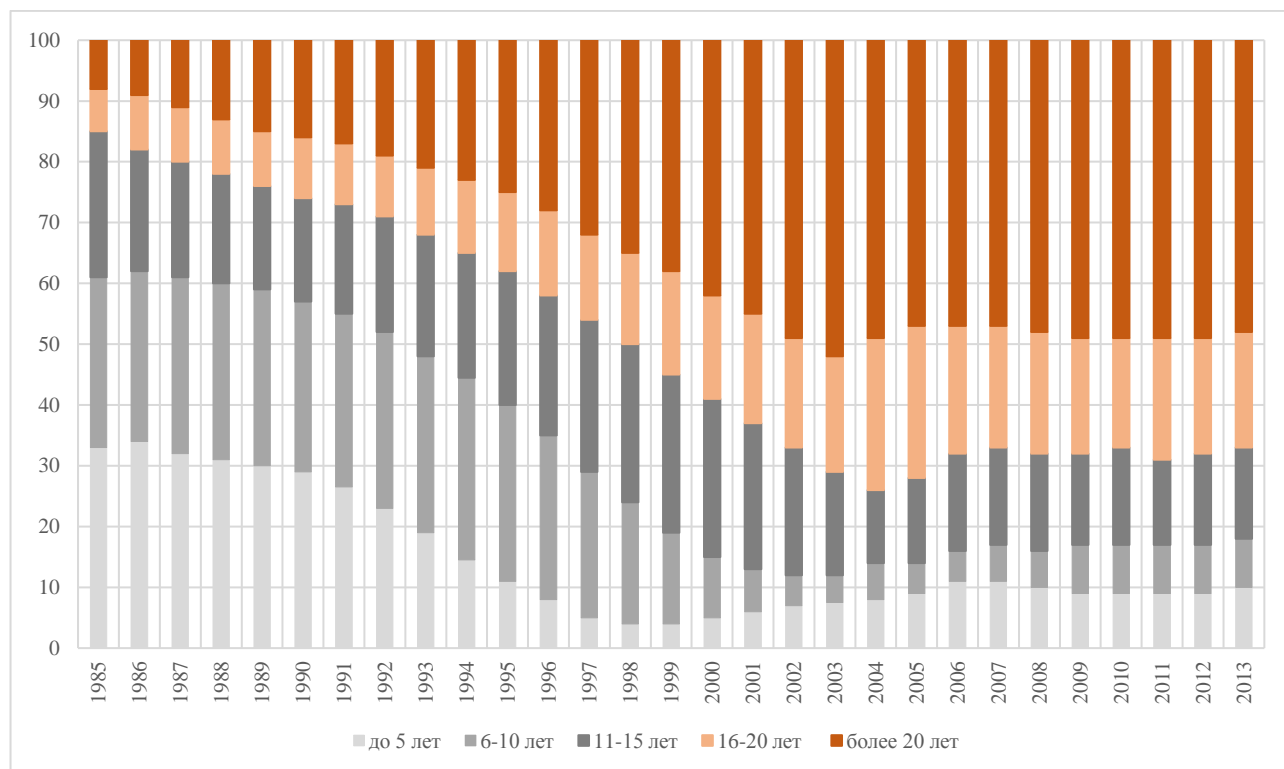


Рисунок 3.3 – Распределение промышленного оборудования в России по возрастным группам

Обзор уровня оснащенности материалами отечественных производственных предприятий. Мировой рынок металлов играет важнейшую роль в мировой экономике. Основные металлы (сталь, алюминий, медь, никель и др.) являются незаменимым сырьем для многих отраслей промышленности. Главным фактором, определяющим развитие рынка, остается состояние минерально-сырьевой базы. Сегодня основным потребителем и производителем металлов является Китай. В 2018 г. в мировом рейтинге лидеров по производству стали в мире Россия поделила пятое место с производителями из Южной Кореи. России не удастся выйти на лидирующие позиции на мировом рынке по некоторым

металлам в силу сложившихся особенностей российской цветной металлургии: имеющиеся запасы создают огромный потенциал, однако устаревшее оборудование, низкий спрос на внутреннем рынке и ряд других проблем не позволяют использовать его в полной мере. В целом добыча руд металлов в России обеспечивает потребности металлургического комплекса, т.к. ведущие компании представляют собой крупнейшие металлургические комплексы, которые включают предприятия не только по добыче руд, но также по их переработке и обогащению [77, 129, 158].

В то же время, согласно данным Росстата в период 2010–2016 гг., более чем в 1,5 раза увеличился объем производства пластмасс. Особенно важной (по сравнению с российским рынком производства металлов) является активность российских производителей, переходящих на выпуск продуктов с более высокой стоимостью и расширением марочного ассортимента выпускаемых полимеров [97]. Из полимеров этилена наиболее активно развивается производство линейного полиэтилена. В сегменте полимеров пропилена растет производство сополимеров (блок-сополимеров, рандом-сополимеров), включая новые высокотекучие марки, марки с повышенными морозостойкостью, ударопрочными характеристиками и другими физико-механическими показателями. Возобновилось производство эмульсионного ПВХ. Началось производство ударопрочного полистирола методом экструзии. В остальном российский рынок пластмасс является в значительной степени импортозависимым [66].

Технологии, использующиеся на отечественных производственных предприятиях. При проектировании робота требуется создать визуально приятную оболочку, удовлетворяющую заданным эстетическим и техническим параметрам. Исходя из этого помимо методов художественного проектирования требуется использовать методы инженерного творчества, включающие в себя технологическую подготовку производства. Невозможно создать изделие без учета нюансов предприятия, на котором оно будет производиться.

Необходимо понимать, что производство является многоступенчатым процессом, состоящим из большого количества операций, в выполнении которых

задействовано различное оборудование. Существуют технологии, которые в основном используются для изготовления заготовок, есть технологии, применяющиеся исключительно в качестве финишных операций. Такие технологии требуется сводить в единый технологический процесс. Достаточно часто требуется взаимодействие большого числа подразделений, отвечающих за разные виды оборудования.

Рассмотрим современные технологии, подходящие для обработки как металлических конструкционных, так и композиционных материалов, которые применяются сегодня на российских предприятиях.

В таблице 3.4 рассматриваются технологии, используемые для получения корпусных деталей робототехники из металлических конструкционных материалов [53, 126, 149, 172, 188, 200].

Таблица 3.4 – Технологии изготовления изделий из металлических конструкционных материалов

| Технология | Описание | Применение |
|---------------------|---|--|
| Литье | Технология изготовления металлического конструкционного материала методами литья в разовые формы, однократно заполняемые металлом (литье в оболочковые формы, литье по выплавляемым моделям, литье по газифицируемым моделям, литье по растворимым моделям) и методами литья в многоразовые формы, (центробежное литье, литье в кокиль, под давлением, выжиманием, намораживанием, непрерывное литье) | Изделия практически любых размеров из любых металлов и сплавов сложной конфигурации с минимальными припусками, хорошими механическими свойствами |
| Обработка давлением | Технология изготовления металлического конструкционного материала методамиковки (осадка, вытяжка, гибка, кручение, рубка, прошивка и штамповка в подкладных штампах), штамповки (горячая и холодная) и прессования | Изделия из любых металлов и сплавов сложной конфигурации. Механические свойства выше, чем у литых. Технология позволяет гарантировать экономное расходование сырья, отличается высокой производительностью |
| Обработка резанием | Технология изготовления металлического конструкционного материала методами точения, фрезерования, сверления, шлифования, долбления, прошивания и др. | Изделия из любых металлов и сплавов сложной конфигурации. Основные методы окончательной обработки деталей |

| | | |
|--------|---|---|
| Сварка | Изделия из отдельных составных элементов соответствующего вида (отливка, штамповка и т.д.), соединяемые между собой с помощью различных способов сварки (дуговая, контактная, под флюсом) | Создание конструкций сложной конфигурации. Материалы должны обладать свариваемостью. В конструкции не должно быть резких переходов по толщине металла |
|--------|---|---|

В таблице 3.5 рассматриваются технологии, используемые для получения корпусных деталей робототехники из композиционных материалов [236].

Таблица 3.5 – Технологии изготовления изделий из композиционных материалов

| Технология | Описание | Применение |
|---|---|--|
| Контактное формование | Технология изготовления композиционного материала методом ручной укладки и методом формования напылением. Применяется для изготовления крупногабаритных малонагруженных деталей сложной конфигурации | Композитные полимерные материалы: стеклопластик, углепластик |
| Вакуумное формование | Технология изготовления композиционного материала в горячем виде методом воздействия вакуума или низкого давления воздуха. Применяется в основном при серийном производстве объёмных изделий из пластика, однако в ряде случаев может применяться и при единичных тиражах | Листовые термопласты: АБС, ПП, ПС, ПЭТ-Г, ПНД, Полистирол светотехнический, АБС+ПВХ, АБС+ПК, АБС/ПММА, АБС/ТПЭ, ПП/ТПЭ |
| Литье под давлением | Технология изготовления композиционного материала методом его расплава под давлением в пресс-форму с последующим охлаждением | Гранулированные термопласты: АБС, ПЭТ, ПА, ПС, новомид, ПЭТФ, полиуретан |
| RIM-литье (Reaction-Injection Molding) | Технология изготовления композиционного материала методом инъекции в закрытые формы. Используется для среднесерийного выпуска деталей | Термореактивные полимеры: ПА, полиуретан, полиДЦПД, стеклопластик |
| RTM-технология (Resin Transfer Molding) | Технология изготовления композиционного материала методом инъекции в закрытые формы (матрица+пуансон), содержащие сухой армирующий материал, под давлением | Композитные полимерные материалы с использованием полиэфирных смол холодного отверждения: стеклопластик, углепластик |
| LRTM (Light Resin Transfer Molding) | Технология изготовления композиционного материала методом инъекции в закрытые формы (матрица+пуансон), содержащие сухой армирующий материал, под давлением при помощи вакуума | Композитные полимерные материалы с использованием полиэфирных смол холодного отверждения: стеклопластик, углепластик |
| Вакуумная инфузия | Технология изготовления композиционного материала, которая использует силу вакуумного давления для ввода смолы в ламинат | Композитные полимерные материалы с использованием полиэфирных смол холодного отверждения: стеклопластик, углепластик |

Материалы, применяемые на отечественных производственных предприятиях. Производство корпусных деталей робототехники, являясь частью машиностроительного комплекса, использует традиционный подход в применении материалов [156, 175]. Робототехника, будучи инновационной областью, для более успешного развития применяет также новейшие современные материалы, и их доля растет. Использование материалов в робототехнике зависит от ее функционального назначения и области применения. Главные требования, предъявляемые к робототехническому оборудованию, заключаются в том, что оно должно быть автоматизировано, иметь высокую производительность, надежность и способно эксплуатироваться на протяжении длительного периода времени. Его конструкция должна быть проста, функционально взаимозаменяема и унифицирована [192, 232].

Основные части роботов как правило изготавливаются из металлов и их сплавов. С точки зрения используемого материала они должны отвечать следующим основным требованиям:

– во-первых, общие характеристики, элементы конструкции, форма и исполнительные механизмы робототехнического оборудования должны выдерживать большие нагрузки на растяжение, сжатие, изгиб;

– во-вторых, оборудование вибрационного и ударного действия должно соответствовать определенному количеству передачи энергии и числу ударов при выполнении технологических операций;

– в-третьих, оборудование должно соответствовать требуемым условиям эксплуатации, выдерживать определенный диапазон температур, влажности, давления, загрязненности пылью, газами, агрессивными и радиоактивными веществами [121, 150, 168].

Сталь остается одним из главных конструкционных материалов для корпусных машиностроительных деталей. Качество материала определяет массу, прочность, износостойкость, надежность, долговечность оборудования. Углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества применяют для корпусных деталей, которые выдерживают небольшую нагрузку и изготавливаются путем сваривания. Высококачественные углеродистые

конструкционные стали используют для штамповки корпусных облицовочных деталей, выдерживающих большие нагрузки, как статические, так и динамические. Легированные стали дороже углеродистых, но по своим свойствам они их существенно превосходят. Такие материалы лучше обеспечивают механические свойства нагруженных несущих деталей [130]. В таблице 3.6 представлен обзор свойств видов сталей и область их использования применительно к робототехнике [130].

Таблица 3.6 – Свойства сталей

| Материал | Описание | Применение |
|---|--|---|
| Высокоуглеродистая | | |
| В сталях, относящихся к категории высокоуглеродистых, количество данного элемента в составе начинается с отметки 0,6% | Сплавы этой серии, обычно подвергают механическому упрочнению. Хорошо сопротивляются коррозии, обладают высокой тепло- и электропроводностью. Плохо поддаются сварке, ее выполнение приводит к тому, что в зоне сварного шва возникают трещины | Детали отделки, идентификационные таблички, декоративные накладки |
| Среднеуглеродистая | | |
| Сплавы, легированные медью, дуралюмины | Свойства текучести после термообработки такие же, как у малоуглеродистой стали. Для повышения прочности иногда подвергают искусственному старению. Для повышения сопротивляемости коррозии сплавляют со сплавами серии 6000 и 7000 | Наружные и внутренние панели корпуса |
| Низкоуглеродистая | | |
| Сплавы, легированные марганцем | Обладают хорошей коррозионной стойкостью и формуемостью. Термически не улучшаемы | Детали отделки, идентификационные таблички, декоративные накладки, наружные и внутренние панели корпуса |
| Высоколегированная | | |
| Сплавы, легированные магнием | Не улучшаются термической обработкой, обладают прочностью от средней до большой. Очень хорошо свариваются и обладают большой устойчивостью против коррозии | Детали отделки, идентификационные таблички, декоративные накладки, наружные и внутренние панели корпуса, бамперы, внутренние панели |

| | | |
|---|--|--|
| Среднелегированная | | |
| Сплавы, легированные магнием и кремнием | Самые пластичные, обладают хорошей формуемостью, устойчивостью против коррозии. Могут быть термоупрочнены закалкой, но не достигают высокой прочности, как в 2000 и 7000 серии | Панели корпуса, лицевые брусья бамперов, крепежные детали, детали корпуса (как экструдированные, так и листовые), детали усиления бамперов, тормозные щиты, багажные полки |
| Низколегированная | | |
| Сплавы, легированные цинком, магнием | Термоупрочняемы, самые прочные из алюминиевых сплавов | Направляющие, лицевые брусья и детали усиления бамперов |

Нельзя не упомянуть также чугуны, которые идут на изготовления деталей, требующих повышенной прочности, например, оснований стационарного оборудования [122].

Также часто применяются сплавы, основными компонентами которых являются цветные металлы. Сегодня самыми перспективными являются высокопрочные алюминий-литиевые, алюминий-магниевые сплавы [240].

Использование в производстве алюминия является закономерным процессом, т.к. увеличение доли сплавов на его основе в деталях приводит к значительному снижению массы, сокращению затрат на производство (в следствие снижения трудоемкости изготовления), а также улучшению экологической ситуации благодаря вторичному использованию [130]. Алюминий менее прочен по сравнению со сталью и чугуном. Тем не менее отношение прочности к массе у него выше. Следовательно, при разумном увеличении толщины материала в местах, требующих большей прочности, повышении коррозионной стойкости и использовании определенных методов соединения деталей можно создать корпус робота, который будет так же прочен, как и стальной, но более легок по массе, что для робототехнического устройства является немаловажным фактором качества [122, 130]. В таблице 3.7 приведены основные свойства цветных сплавов [130].

Таблица 3.7 – Свойства сплавов

| Материал | Описание | Применение |
|--|--|-----------------------------------|
| 1000 | | |
| Чистый алюминий с минимум 99% содержанием алюминия по весу | Сплавы этой серии обычно подвергают механическому упрочнению. Хорошо | Детали отделки, идентификационные |

| | | |
|---|--|--|
| | сопротивляются коррозии, обладают высокой тепло- и электропроводностью | таблички, декоративные накладки |
| 2000 | | |
| Сплавы, легированные медью, дуралюмины, | Свойства текучести после термообработки такие же, как у малоуглеродистой стали. Для повышения прочности иногда подвергают искусственному старению. Для повышения сопротивляемости коррозии сплавляют со сплавами серии 6000 и 7000 | Наружные и внутренние панели корпуса |
| 3000 | | |
| Сплавы, легированные марганцем | Обладают хорошей коррозионной стойкостью и формуемостью. Термически не улучшаемы | Детали отделки, идентификационные таблички, декоративные накладки, наружные и внутренние панели корпуса |
| 5000 | | |
| Сплавы, легированные магнием | Не улучшаются термической обработкой, обладают прочностью от средней до большой. Очень хорошо свариваются и обладают большой устойчивостью против коррозии | Детали отделки, идентификационные таблички, декоративные накладки, наружные и внутренние панели корпуса, бамперы, внутренние панели |
| 6000 | | |
| Сплавы, легированные магнием и кремнием | Самые пластичные, обладают хорошей формуемостью, устойчивостью против коррозии. Могут быть термоупрочнены закалкой, но не достигают высокой прочности, как в 2000 и 7000 серии | Панели корпуса, лицевые брусья бамперов, крепежные детали, детали корпуса (как экструдированные, так и листовые), детали усиления бамперов, тормозные щиты, багажные полки |
| 7000 | | |
| Сплавы, легированные цинком, магнием | Термоупрочняемы, самые прочные из алюминиевых сплавов | Направляющие, лицевые брусья и детали усиления бамперов |

В последние десятилетия замена металла на композиционные материалы получила широкое распространение. Металлы перестали удовлетворять все многочисленные потребности бытового сектора. Улучшились свойства композиционных материалов, которые по определенным параметрам стали превосходить металлы, технологии производства неметаллических деталей стали более совершенными. Такие материалы могут удовлетворять всем требованиям рынка.

Технические свойства пластмассы позволяют обеспечить высокие эксплуатационные характеристики, технологическую простоту обработки, необходимый баланс массы. Экономически и экологически производство деталей из пластмасс более выгодно. Эстетические характеристики пластмассы обеспечивают гармоничную финишную отделку, позволяют декорировать внешнюю форму, что дает больше свободы дизайнеру в процессе проектирования изделия по сравнению с традиционными материалами [276].

К их недостаткам можно отнести низкую поверхностную прочность и снижение жесткости при длительных нагрузках, сокращение долговечности при экстремальных условиях эксплуатации [122]. Тем не менее в бытовой сфере при производстве сервисной персональной робототехники данные недостатки не являются значительными.

Практически все композиционные материалы используются при изготовлении промышленных изделий, следовательно, и сервисной персональной робототехники. К композиционным материалам можно отнести термопласты, реактопласты, эластомеры [57].

К несхожим визуально и технически сложным изделиям бытового назначения применяются общие конструкционные, эксплуатационные и технологические требования, поэтому для их производства применяется большая часть одних и тех же композиционных материалов.

Технология обработки большинства термопластов требует высокой производительности и достаточно интенсивных методов переработки материалов. Из термопластов возможно изготовление крупных деталей со сложной конфигурацией, наиболее эффективной технологией является формование. Данные материалы возможно перерабатывать вторично, т.к. они обладают пониженной горючестью. Тем не менее при горении выделяются достаточно токсичные продукты и неприятный дым. Среди термопластов можно выделить такие материалы, как полиэфирсульфон, полиэфиримид, полифениленсульфид, которые обладают высокой прочностью, теплостойкостью, ударопрочностью и трещиностойкостью, а также повышенной стойкостью к разного рода излучениям.

Эластомеры применяются в обрабатывающей промышленности чаще всего как высокомолекулярные пластификаторы для снижения хрупкости стеклообразных или кристаллических полимеров [275].

Для выполнения изделием особых технических функций в его производстве используются в качестве материала конструкционные и специальные полимеры. Применяются они в небольших количествах, тем самым оправдывая свою высокую стоимость. В технике используется керамика специального назначения (техническая керамика), в состав которой входят различные оксиды, карбиды, нитриды, бориды, силициды, сульфиды. Основными достоинствами керамических материалов являются высокие температуры плавления, высокие прочностные свойства в условиях действия сжимающих напряжений, химическая стойкость в агрессивных средах. Основным недостатком конструкционной керамики, сдерживающим ее широкое распространение как конструкционного материала, является низкий уровень трещиностойкости (вязкости разрушения) [29].

В таблице 3.8 приводятся свойства отдельных видов пластмасс [29, 57].

Таблица 3.8 – Свойства композиционных материалов

| Материал | Описание |
|------------------------------|--|
| Пластмассы высокой плотности | |
| Экономия затрат | Полимеры и композиты позволяют осуществлять интеграцию функций с существенным уменьшением числа деталей, что снижает затраты на сборку сэкономленных деталей. Готовые к употреблению детали производятся с использованием нескольких методов обработки. Возможность окраски всей массы и декорирования в процессе формования также способствуют сокращению затрат на окончательную отделку. Затраты на инструментарий часто меньше, чем при использовании металла. Возможность сборки в процессе формования (ИМА) позволяет избежать или сократить затраты на сборку |
| Облегчение | Благоприятное соотношение массы и эксплуатационных характеристик. За счет интеграции функций пластмассы и композитов появляется возможность уменьшить количество деталей и их массу |

| | |
|--|---|
| Простота производства | Более простая модификация инструментов при работе с пластмассами по сравнению с обработкой металла позволяет чаще обновлять продукцию и увеличивать линейку моделей. Методы обработки часто очень простые |
| Уменьшение уровня шума | Амортизирующие свойства полимеров повышают уровень тишины при работе. Для амортизации разработаны специальные каучуки и ТПЭ |
| Вспененные пластмассы | |
| Изоляция | Низкая теплопроводность пенопластов позволяет создавать высокую теплоизоляцию, что дает большую экономию затрат и энергии |
| Фильтрация | Специальные пенопласты с контролируемой проницаемостью позволяют осуществлять фильтрацию воздуха |
| Амортизация | Особое амортизирующее поведение пенопластов дополняет амортизирующие свойства плотных каучуков и ТПЭ |
| Сшитые эластомеры и термопластические эластомеры | |
| Герметизация | Низкое значение модуля упругости, незначительные тенденции релаксации и ползучести обеспечивают долговечную герметизацию и, соответственно, энергосбережение, безопасность и износостойкость |
| Тактильные свойства | ТПЭ позволяют создавать материалы, особенно приятные на ощупь, которые нравятся потребителям |
| Полимерные связывающие вещества и герметики | |
| Соединение и герметизация | Полимерные связывающие и герметизирующие вещества обычно используются для соединения и герметизации различных компонентов без использования затратных технологий |

Выбор материалов и технологий для производства изделий. Производство корпусных деталей робототехники, являясь частью машиностроительного комплекса, использует традиционный подход в применении материалов, из чего следует, что основную массу в применяемых материалах будут составлять наиболее распространенные полимерные и металлические материалы. Используемый материал влияет на конструкцию и форму изделия в целом [175, 131]. Поэтому выбор подходящих материалов, будь то металлический сплав или композиционный материал, зависит от их характеристик, влияющих на процесс формообразования изделия. Все характеристики можно условно разделить на пять

групп: экономические, эстетические, эксплуатационные, конструктивные и технологические. В группу экономических характеристик входят сроки производства и стоимость, в группу эстетических – вариативность и сложность геометрии, а также пластика форм, к эксплуатационным можно отнести ремонтпригодность, подверженность износу, надежность и долговечность, к конструктивным – вес и механические свойства, к технологическим – технологические свойства (рисунок 3.4).

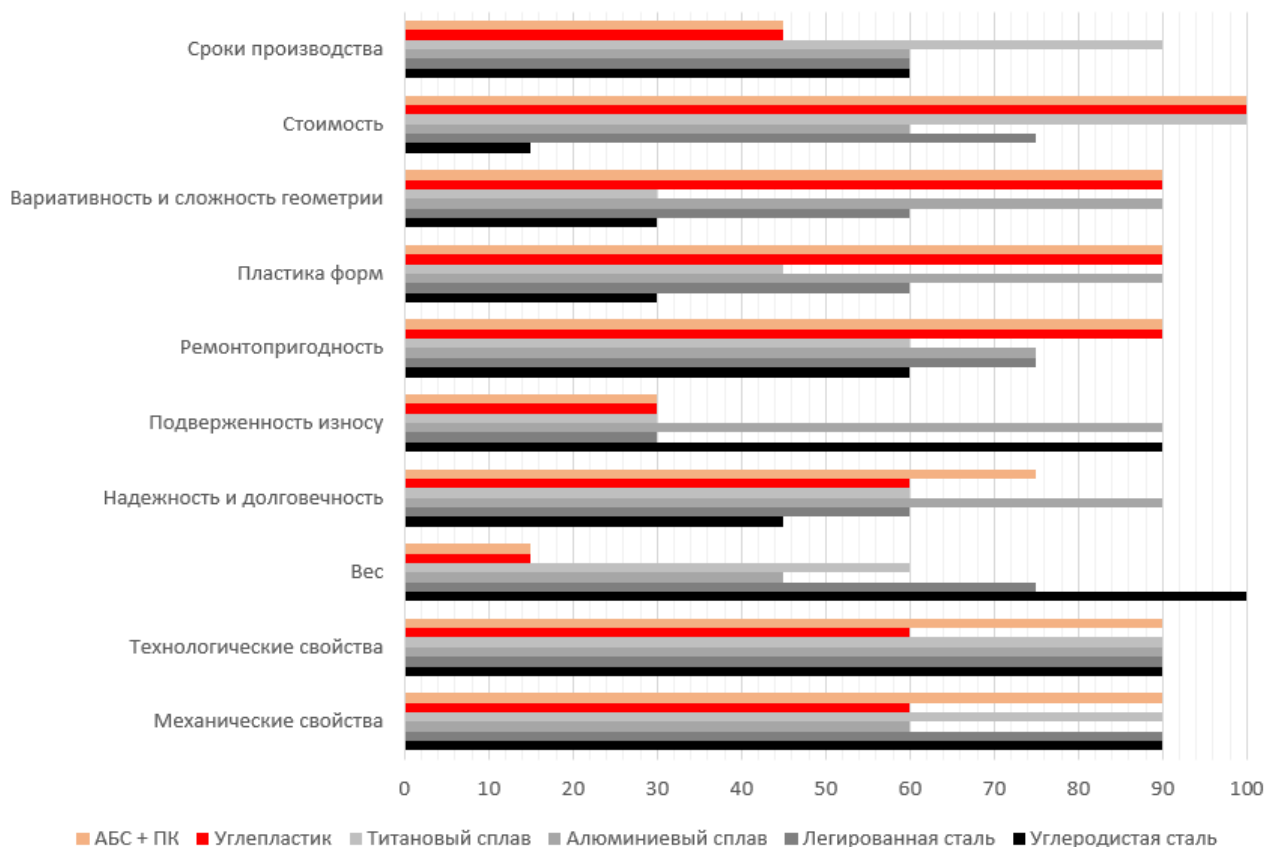


Рисунок 3.4 – Сравнительная характеристика материалов в зависимости от их характеристик

Для достижения требуемых показателей качества при конструировании деталей следует учитывать определенные технологические требования, такие как высокую надежность и ремонтпригодность оборудования, низкую трудоемкость и материалоемкость деталей. Вопросы технологичности конструкции детали должны решаться на стадии проектирования заготовки, ее механической обработки и сборки всего изделия. Современная тенденция состоит в том, что отработка

конструкции на технологичность смещается на стадию разработки конструкторской документации.

Высокое качество проектируемых и изготавливаемых объектов обеспечивается благодаря использованию такого явления как технологическая наследственность. Для ее реализации требуется рассматривать совокупность технологических операций, необходимых для производства как заготовки, так и детали, и выявлять существующие связи и взаимозависимые параметры функционирования системы на предшествующих и последующих этапах производства. Управление процессом технологической наследственности ведет к выявлению и сохранению свойств, положительно влияющих на надежность изделия, и вместе с тем к ликвидации свойств, оказывающих отрицательное влияние.

Необходимая геометрия форм, гармоничное членение соединений, увеличение надежности, долговечности срока службы изделия, а также его унификация и стандартизация достигаются за счет грамотного выбора технологии его производства. Существует определенная зависимость выбора технологии от применяемого материала (рисунки 3.5, 3.6).

Современные мировые тренды в материалах и технологиях. Сейчас наш мир населён примерно двумя миллионами самых разнообразных роботов: на одного робота (даже если это примитивный промышленный манипулятор) приходится 3,5 тысячи человек. В планетарном масштабе роботы пока ещё не заметны. Если это изменится в течение следующих пяти лет, то произойдёт это благодаря появлению новых материалов и технологий.

Программное обеспечение для проектирования становится более продвинутым. Создание цифровых аватаров-помощников ещё больше упростит работу конструктора. Например, экспертные системы дают конструктору автоподсказки по материаловедению, компонентной базе и способах обработки. Инструменты быстрого прототипирования, такие как библиотеки электронных компонентов с готовыми модулями или качественные цифровые двойники изделий, сделают цикл разработки быстрее.

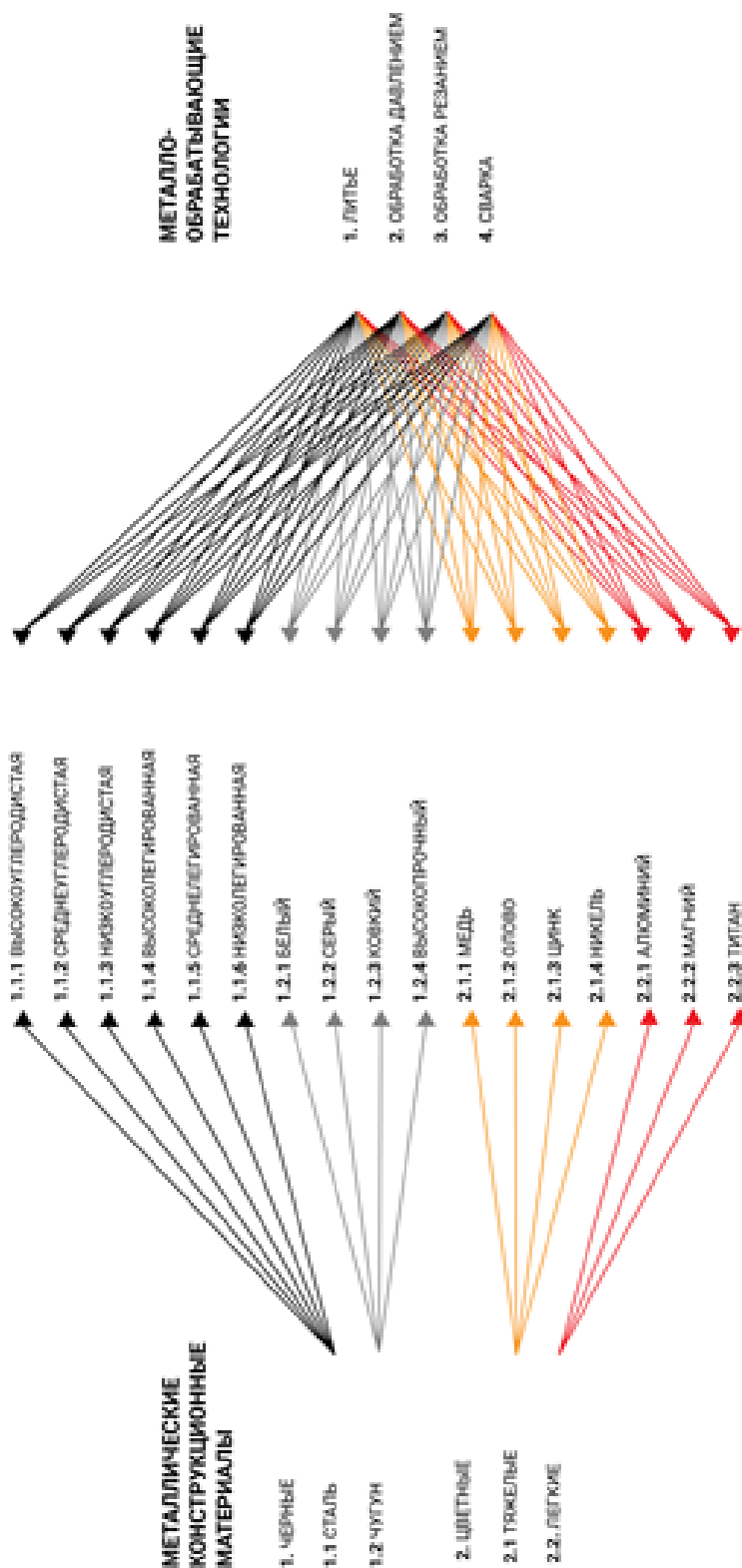


Рисунок 3.5 – Взаимосвязь металлических конструкционных материалов и металлообрабатывающих технологий

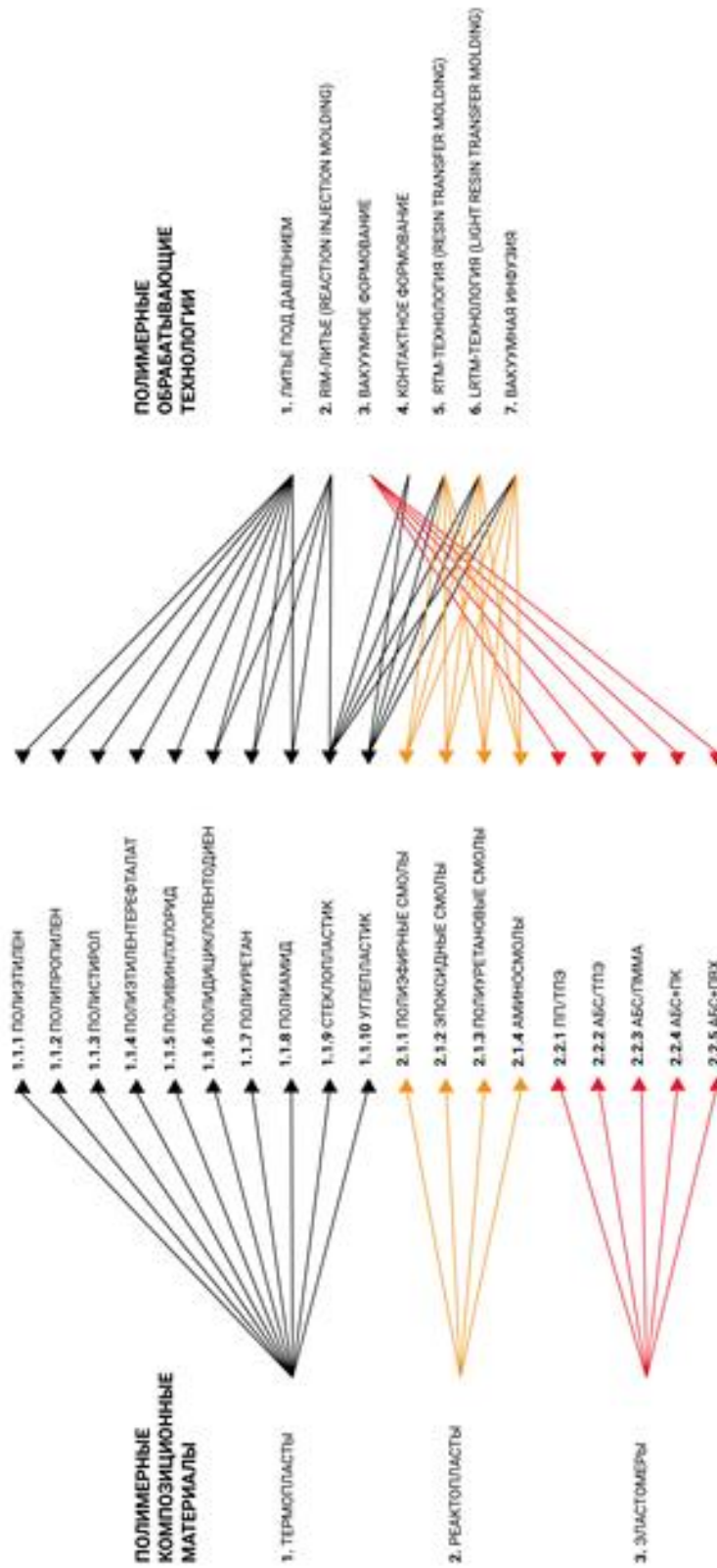


Рисунок 3.6 – Взаимосвязь полимерных композиционных материалов и полимерных обрабатывающих технологий

Благодаря облачным сервисам конструктор сможет эффективно работать в команде, а технологии VR/AR позволят ему проектировать в реальном масштабе, осуществлять авторский надзор, проводить удалённую диагностику или консультации при монтаже [29]. В 2019 г. компания Nissan представила возможность применения VR для проектирования автомобилей. Для погружения дизайнера в виртуальную реальность используются перчатки Haptx, которые способны передавать пользователю тактильные ощущения для создания эффекта погружения [272]. Перчатки позволяют создавать быстрые прототипы в VR для тестирования. Такие технологии получают широкое распространение, что в перспективе повысит качество и скорость проектирования.

Развитие аддитивного производства и оптимизация программного обеспечения сделают возможным переход к более эффективным конструкциям. Уже сейчас одну и ту же деталь можно делать легче благодаря усовершенствованию внутренней структуры. Для этого достаточно указать вес и необходимую форму в специализированной программе, и она покажет оптимальный образ детали с минимальным весом и оптимальными прочностными характеристиками [84]. В ближайшем будущем сложность конструкций, проектируемых таким образом, будет расти при одновременном снижении их веса и, следовательно, материалоемкости. Это улучшит эстетику решений, что важно в промышленном дизайне. Аддитивные технологии обеспечат гибкость производства: появится вариативность, то есть возможность оперативно производить различные объекты и детали на одном и том же оборудовании [157].

Переиспользование устаревшей базы для автоматизации – способ вдохнуть жизнь в старые технологии. По мере морального и физического устаревания постепенно накапливается база старых роботов и механизмов. Возможно предположить, что такие механизмы будут восстанавливать и снабжать более совершенным оборудованием под новые задачи или процессы. Например, в металлообработке существует практика дооснащения оборудования средствами числового программного управления, и можно предположить, что следующим

шагом в такой модернизации может стать роботизация станочных парков [114, 157].

Удешевление 3D-печати из металлов и повышение качества печати из пластика произойдёт за счёт многократного повышения точности печати при сохранении той же стоимости. В широком доступе появятся более прочные и дешёвые пластики для экстремальных условий, которые можно использовать не только для прототипирования, но и на производстве. Уже доступен специализированный пластик Stratasys, который применяют для производства космической техники. Однако цена такого пластика в виде порошка пока достигает 200–300 тысяч рублей за 1 кг [29].

Японские исследователи из токийского Университета Васэда получили новый тип кристаллов, которые меняют форму в результате циклического процесса смены температурного воздействия [263]. Под воздействием того или иного температурного режима такие кристаллы сгибаются и распрямляются, повторяя движение червя. Это открывает возможности для создания нового типа мягкой робототехники, более гибкой и адаптивной к физической среде [29].

3.2. Разработка алгоритма формообразования сервисных персональных роботов с применением методики дизайн-исследования

Формообразование сервисных персональных роботов на основе подходов к дизайн-проектированию. Проектирование как осознанная целенаправленная деятельность обладает определённой структурой, то есть последовательностью и составом стадий и этапов разработки проекта, совокупностью процедур и привлекаемых технических средств, взаимодействием участников процесса.

Стадии проектирования регламентированы стандартами ГОСТ 2.103-68 [2] и ГОСТ Р 15.201-2000 [3]. Последовательность выполнения всех стадий образует официальную структуру процесса разработки проектной документации, которая, как правило, используется при официальных взаимоотношениях между заказчиком и исполнителем или между соисполнителями работ. Сама документация

необходима для отчета перед заказчиком о проделанной работе, возможности проверки или повторения разработок другими исполнителями, подготовки производства и обслуживания изделия в период эксплуатации.

Структура проектирования определяет стадии разработки конструкторской документации на все изделия вне зависимости от отрасли промышленности и регламентирует этапы выполнения работ внутри каждой стадии, то есть состав документации и виды работ [2].

Всем стадиям инженерного проектирования соответствуют определенные этапы дизайнерского проектирования, которые вместе образуют единый процесс создания промышленных изделий [50]. При инженерном проектировании разрабатывается материальная основа изделия, а при дизайн-проектировании эта основа наделяется гармоничной формой и удобством использования. Имея другие задачи, оно, таким образом, отличается от инженерного проектирования [90].

Рассмотрим процесс проектирования сервисной персональной робототехники с точки зрения основных стадий структуры процесса. Основные стадии структуры процесса проектирования включают этап внешнего проектирования: техническое задание, которое содержит требования к разработке и производству изделия, сформулированные наиболее полно и в соответствии с существующими стандартами и нормами, а также экономическое обоснование необходимости процесса проектирования; и этапы внутреннего проектирования: техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочий проект, которые нацелены на поиск решения задачи [2]. Каждый этап внутреннего проектирования содержит соответствующие ему процедуры. Сначала происходит выбор общего метода проектирования, выраженный в виде блок-схемы и расчетной схемы, далее осуществляется выбор метода решения, реализация решения; анализ полученных результатов и окончательная формулировка полученных выводов и результатов [199].

В зависимости от цели и задач, стоящих перед дизайнером, следует выбирать инженерный или художественный метод дизайн-проектирования робототехники. При инженерном подходе формирование дизайн-концепции зависит от пакета

инженерных требований и оценки технических свойств проектируемого объекта. При художественном подходе происходит обратный процесс: дизайн-концепция может задавать определенные технические свойства объекта. Соответственно, выделяются три уровня: инженерный, художественный и эргономический. Детально рассмотрим нюансы каждого (таблица 3.9, рисунок 3.7) [252].

Таблица 3.9 – Стадии разработки дизайнерской документации на объект робототехники

| Стадия разработки | Этапы выполнения работ |
|-------------------------------------|---|
| Разработка технического задания | Предварительные действия при проектировании робототехники основываются на наблюдении и определении технической задачи [124]. На этапе инженерного проектирования необходимо рассмотреть взаимодействие робота с внешней средой и оптимизировать технические требования к роботу и объектам этой среды [219]. При разработке технического задания в процессе эргономического проектирования также определяются общие эргономические требования. При художественном проектировании учитываются характерные черты формы, стиливая направленность робототехники |
| Разработка технического предложения | На данном этапе в соответствии с принципом декомпозиции после функционального анализа робота должно быть проведено его разделение на три части: механическую систему, аппаратуру управления и программное обеспечение. В основе решения этой задачи лежит разделение функций робота и его конструкции между этими тремя взаимосвязанными частями [219]. Разработка предварительных вариантов художественно-конструкторских предложений ведется параллельно с углубленным анализом исходной проектной ситуации и прототипов. Композиционный анализ формы позволяет выявить систему функциональных и конструктивных связей и комплексно оценить достоинства и недостатки формы, функции и конструкции изделия [90] |
| Разработка эскизного проекта | На данном этапе в результате инженерного проектирования определяются общая структура, кинематическая, электрическая и другие схемы технических объектов, конструкционные и отделочные материалы, покупные изделия или детали, габариты узлов и изделий, применяемые конструктивные решения. В инженерном проектировании робототехники большое внимание уделяется компоновке. В художественном проектировании ведется поиск и отработка формы. Осуществляется эскизный поиск будущего изделия на основе принятых решений по его конструкции и технологии изготовления, данных эргономических исследований и других, что отвечает комплексу требований технической эстетики. На основе установленных инженером схем, узлов, габаритов разрабатываются различные варианты компоновки узлов и элементов изделия и ищутся соответствующие им композиционные решения. В процессе формообразования изделия компоновка играет очень важную роль, так как здесь определяются основные объемно- |

| | |
|---------------------------------|--|
| | пространственные характеристики формы. Предложенные варианты прорабатываются инженером с привлечением при необходимости расчетных методов [90] |
| Разработка технического проекта | На данном этапе продумываются узлы и элементы конструкции робота, проверяется осуществимость и целесообразность предложенных решений, анализируется с инженерных позиций схема компоновки. Решаются вопросы выбора рациональных конструкционных материалов, оптимальной технологии изготовления изделий, унификации узлов и деталей. В художественном проектировании, когда вопросы формы изделия в целом уже решены, более тщательно отрабатывается форма отдельных деталей, особенно тех, которые связаны с удобством пользования изделием. Окончательно отрабатываются цветовое решение изделия и фактура поверхности. Подбираются необходимые облицовочные и отделочные материалы, так как, кроме эстетических требований, цвет и фактура поверхности должны удовлетворять требованиям физиологии и эргономики. Применение автоматизированного проектирования значительно сокращает процесс художественного конструирования в целом [90, 164, 255] |
| Разработка рабочего проекта | На данной стадии разрабатывают подробную документацию для изготовления опытного образца и последующего его испытания. Испытания проводят в ряд этапов (от заводских до приемосдаточных), по результатам которых корректируют проектные документы. Далее разрабатывают рабочую документацию для изготовления установочной серии, её испытания, оснащения производственного процесса основных составных частей изделия. По результатам этого этапа снова корректируют проектные документы и разрабатывают рабочую документацию для изготовления и испытания головной (контрольной) серии. На основе документов окончательно отработанных и проверенных в производстве изделий, изготовленных по зафиксированному и полностью оснащённому технологическому процессу, разрабатывают завершающую рабочую документацию установившегося производства [2, 3] |

Алгоритм формообразования сервисных персональных роботов с применением методики дизайн-исследования. На этапе обращения к классификатору и информационной базе данных одним из самых важных шагов является сравнение проектных параметров с существующими массивами форм, конструкций, материалов и технологий. В условиях современного рынка и ситуации с отечественными предприятиями промышленного комплекса необходимо (одновременно с развитием их конструкторско-технологического оснащения) осуществлять грамотный выбор средств и способов, способствующих поддержанию национальной технологической среды.

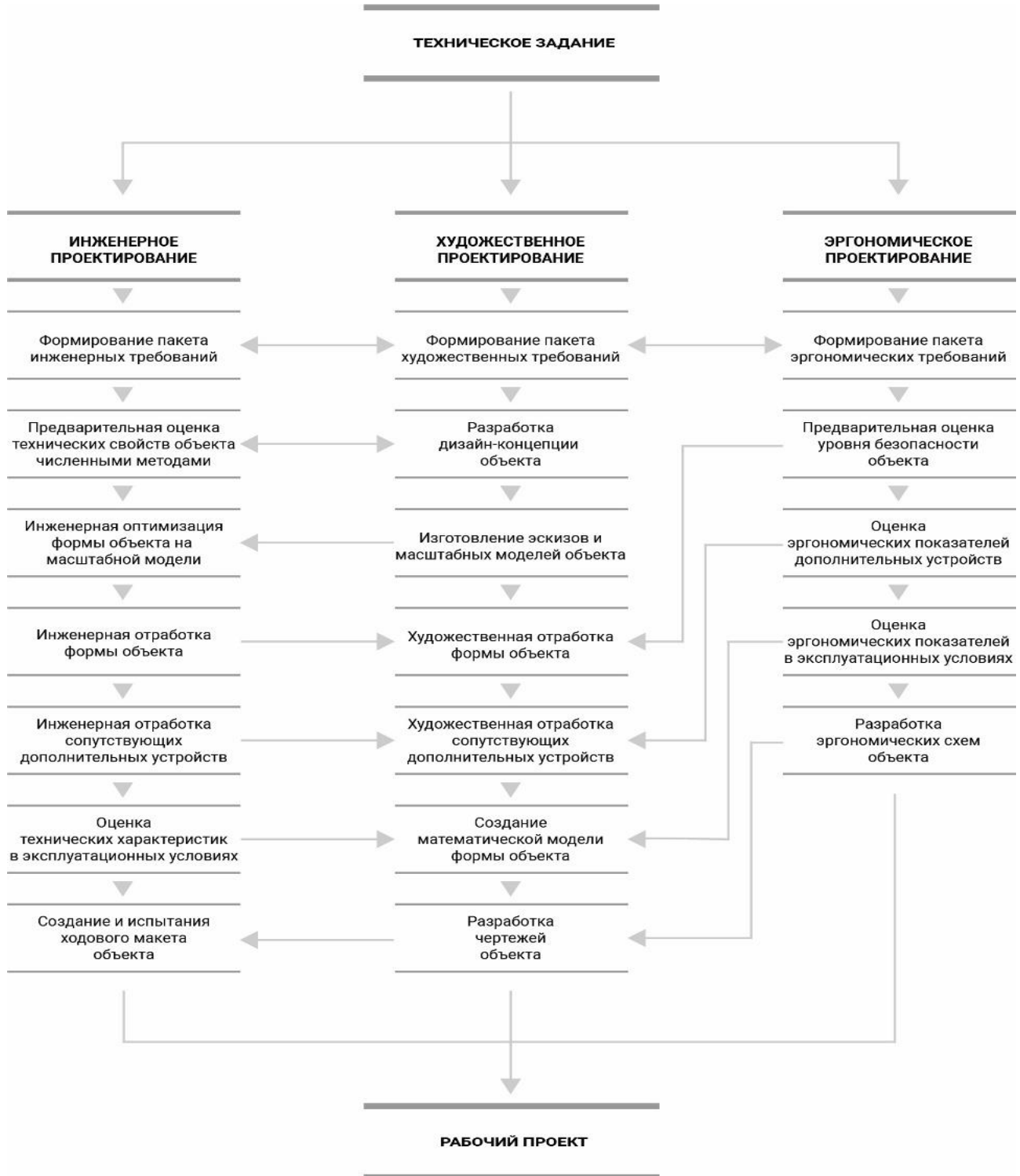


Рисунок 3.7 – Блок-схема алгоритма формообразования сервисных персональных роботов на основе подходов к дизайн-проектированию

Структуру алгоритма формообразования объектов сервисных персональных роботов на основе использования методики дизайн-исследования можно представить в виде следующих этапов (рисунок 3.8):

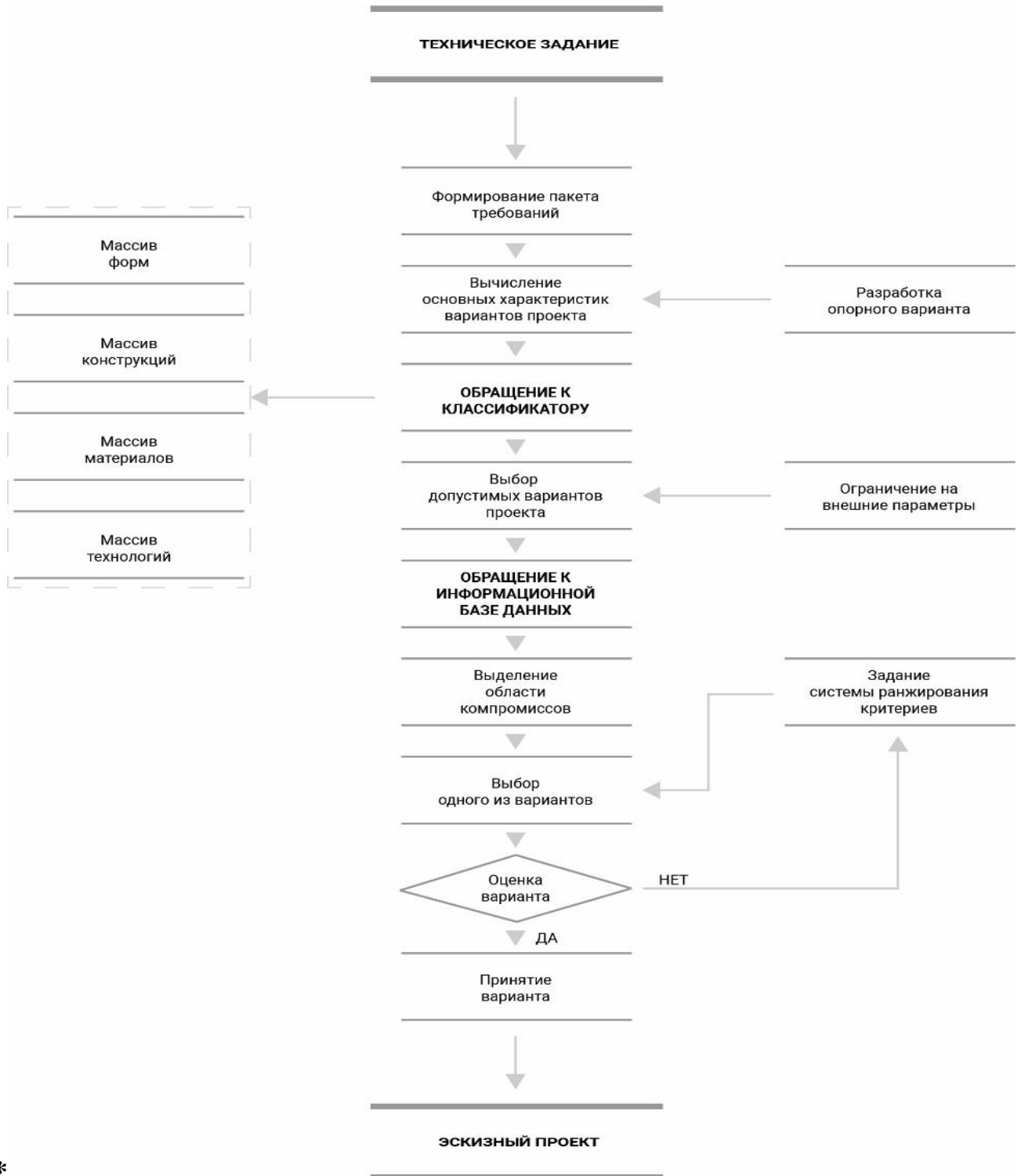
- 1) Получение исходных данных объекта.
- 2) Анализ композиционно–конструктивных особенностей объекта согласно критериев характеристик классификатора: «Форма», «Конструкция», «Технология», «Материал», «Стиль».
- 3) Сравнение выделенных критериев характеристик с существующими объектами сервисных персональных роботов.
- 4) Выявление рекомендованных параметров проектных вариантов объекта и построение их условных схем.

3.3. Разработка алгоритма выбора технологий для формообразования сервисных персональных роботов

Выбор технологии производства происходит на основании исходных данных проекта, проектных результатов, а также на основании производственных условий, при наличии которых результат проектирования может быть осуществлен. К таким производственным условиям можно отнести наличие сырьевых ресурсов, рабочей силы, наличие и стоимость оборудования.

Среди основных требований к выбору технологий производства выделяют такие, как: независимость применения определенной технологии от уровня развития той страны, где данная технология реализуется и используется; соответствие технологии требованиям стандартизации с целью возможности ее применения во внешних условиях; возможность переналадки технологии под применение местных ресурсов для снижения зависимости от импорта.

Выбор технологии производства предопределяет оборудование для ее осуществления. Потребность в машинах и оборудовании базируется на рассчитанной производственной мощности и выбранной технологии.



*

Рисунок 3.8 – Блок-схема алгоритма формообразования сервисных персональных роботов с применением методики дизайн-исследования

Главными принципами определения потребности в оборудовании являются: номинальная мощность оборудования, возможности данного оборудования (степень нагрузки на различных технологических этапах производства), степень загрузки оборудования (количество машино-часов работы каждой из групп оборудования), плановая производственная программа [63]. В связи с этим логично разделить систему выбора технологий на подсистемы исходя из технологического и экономического факторов.

Рассмотрим систему выбора технологий применительно к процессу формообразования сервисных персональных роботов. В состав системы выбора технологий входят три подсистемы: подсистема подбора технологического оснащения; подсистема нормирования; подсистема выбора экономически эффективного оснащения (рисунок 3.9).

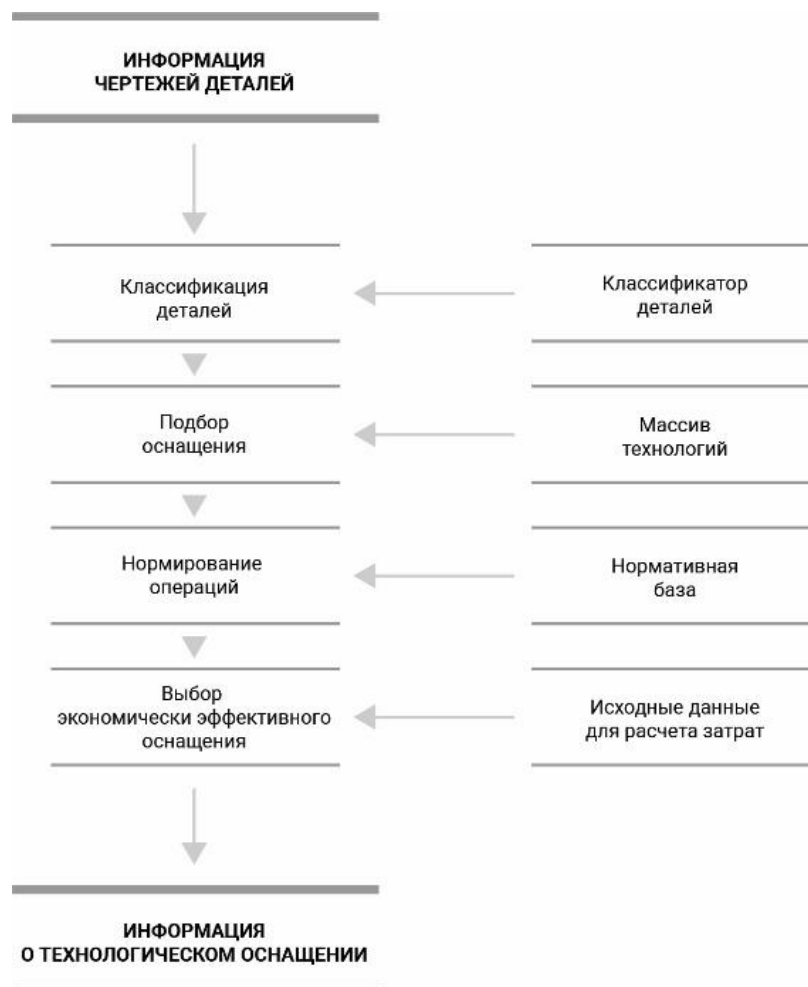


Рисунок 3.9 – Алгоритм выбора технологий для формообразования сервисных персональных роботов

Входом первой подсистемы является информация о совокупности конструктивно-технологических свойств деталей изделия, определяемых их рабочими чертежами. Выбор технологического оснащения происходит на основании известных массивов оборудования, приспособлений и режущего инструмента и осуществляется с учетом вариантов получения обрабатываемых поверхностей. Во второй подсистеме осуществляется нормирование выбранных технологических операций, отличающихся вариантами технологического оснащения. В третьей подсистеме производится выбор варианта обработки деталей изделия на основании сопоставления по критерию экономической эффективности нескольких взаимозаменяемых вариантов получения каждой из обрабатываемых поверхностей.

Основными отличиями современного машиностроительного производства является единичное или мелкосерийное производство, частая смена выпускаемой продукции, ее большая номенклатура, что требует достаточно частой переналадки оборудования. Причем нельзя не отметить, что машиностроительная продукция имеет высокую конструктивную сложность. Все эти факторы удлиняют сроки производства. Поэтому технологическая подготовка производства должна быть организована таким образом, чтобы оборудование можно было бы быстро перенастраивать, а технологические процессы – типизировать, подбирая их под конкретную группу деталей.

Современное оборудование – это, в основном, обрабатывающие центры с числовым программным управлением, которые управляются программами, работающими на основе анализа геометрических моделей оснастки и инструмента. Данные модели строятся на основании конструкторских баз, т.е. привязываются к геометрическим поверхностям изготавливаемой детали. Технологическая и конструкторская базы должны совмещаться, чтобы в последствии погрешности изготовления детали были исключены. Для этого необходимо при проектировании грамотно выбрать способ построения системы координат детали (т.е. определить подходящие поверхности детали для определения координатных плоскостей) при ее геометрическом моделировании.

Способы построения системы координат зависят от того, к какой группе критерия «Величина формы» характеристики «Форма» относится деталь по классификатору.

Выделяют следующие способы построения системы координат для уплощенных деталей:

1. Базирование в координатный угол, при котором три плоскости детали образуют угол, координаты которого являются точкой отсчета системы координат. В данном случае координатная плоскость совпадает с технологической (установочной) базой детали (рисунок 3.10, а).

2. Базирование по плоскости и двум отверстиям, при котором за координатную плоскость отвечает одна из плоскостей детали, совпадающая с технологической (установочной) базой детали. В данном случае точка отсчета системы координат лежит на оси одного из цилиндров, которые перпендикулярны выбранной координатной плоскости (рисунок 3.10, б).

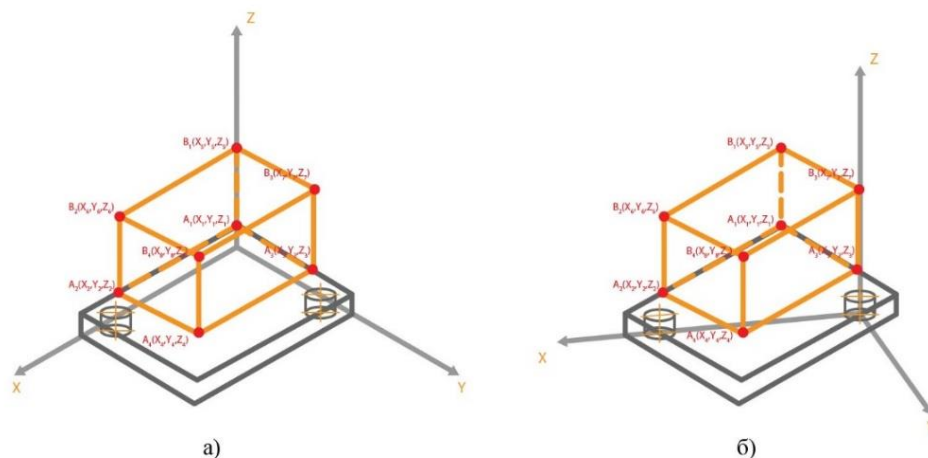


Рисунок 3.10 – Построение системы координат для уплощенных деталей:

а) базирование в координатный угол,

б) базирование по плоскости и двум отверстиям

Для удлиненных деталей система координат строится следующим способом:

1. Базирование по основанию детали, которое является координатной плоскостью, и оси детали, которая принадлежит самому большому габаритному размеру. В данном случае точка отсчета системы координат лежит на пересечении осевых линий основания детали и оси высотного размера (рисунок 3.11, а).

2. Базирование по торцу детали, который является координатной плоскостью, и оси детали, принадлежащей высотному размеру. В данном случае точка отсчета системы координат лежит на пересечениях осевых линий торца детали и оси наибольшего габаритного размера (рисунок 3.11, б) [26].

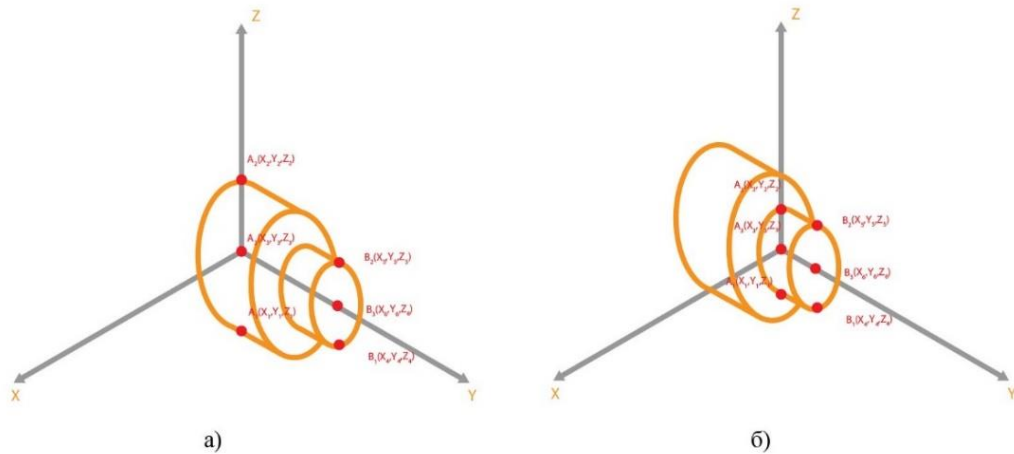


Рисунок 3.11 – Построение системы координат для удлиненных деталей:

а) базирование по оси и основанию,

б) базирование по оси и торцу

Обрабатываемые детали должны быть технологичны, что обязательно надо учитывать на этапе проработки технического и рабочего проектов. Технологичность деталей выражается, во-первых, в том, что их конструктивная форма должна быть несложной, т.е. поверхности должны иметь либо многогранную форму, либо форму тел вращения, что позволяет их обрабатывать наиболее простыми и высокопроизводительными способами; во-вторых, объем обработки детали должен быть достаточным, для этого необходимо снижать количество обрабатываемых поверхностей и величину припусков на их обработку; в-третьих, необходимо проектировать деталь таким образом, чтобы ее было удобно закреплять на оборудовании и обрабатывать; в-четвертых, рекомендуется избегать сложных криволинейных и фасонных поверхностей, т.к. их обработка существенно усложняется и требует специализированного оборудования, оснастки и инструмента.

3.4. Оценка жизненного цикла производства сервисных персональных роботов

Модель жизненного цикла производства сервисных персональных роботов содержит три стадии: стадию разработки концепции, стадию технической разработки, стадию пост-разработки (рисунок 3.12).

Целью стадии разработки концепции являются оценки новых возможностей в сфере применения робота, разработка предварительных системных требований и возможных проектных решений. На данной стадии необходимо внимательно проанализировать входную информацию с учетом идентичности бренда и восприятия будущего продукта потенциальными потребителями. Будущий робот должен отражать индивидуальность бренда, который выпускает его на рынок. Во внешнем облике робота выражение индивидуальности можно достичь: применением определенных материалов, придания им определенных текстур, фактур и цветов; выбором форм и оформления элементов внешнего облика при помощи определенного расположения элементов системы управления; размещением на корпусе графической идентификации бренда, например, логотипа и символики, проработкой сопутствующей графической продукции и упаковки.

В силу большой социальной вовлеченности сервисной персональной робототехники значение имеет изучение мнений и желаний, работы и образа жизни клиентов и пользователей. Следовательно, требуется установить, какие факторы влияют на принятие решения о приобретении робота, какие факторы учитывают условия его эксплуатации, какие факторы вызывают желание вернуться к производителю, чтобы приобрести новый продукт. В первом случае таким фактором может быть ярко выраженная функциональная или эмоциональная потребность; во втором – удобство использования, заключающееся в простом дизайне, эргономичном пользовательском интерфейсе; в третьем же случае свою роль может сыграть соотношение качества и стоимости.

Стадия технической разработки подразумевает процесс проектирования робота для реализации функций, сформулированных в концепции, в физическом

воплощении, которое может поддерживаться и успешно эксплуатироваться в своей среде. Любое дизайнерское решение является компромиссом между поставленными задачами и влияющими на решение факторами, поэтому выбор наилучшего проектного варианта зависит от множества переменных параметров. С целью установления общих функциональных требований для новой продукции требуется уделить внимание ключевым функциям, эргономическим и эстетическим аспектам, таким как форма, вид окончательной отделки поверхности, аспектам пользовательского интерфейса, требованиям к эксплуатационной надежности, водонепроницаемости, ударопрочности, виброустойчивости, температурному режиму, к материалам, производственной стратегии и др.

Выбор производственной стратегии является важной задачей. В связи с этим следует решить, какие производственные ресурсы, и где и каким образом будут использованы для производства продукции, существует ли необходимость поиска новых или дополнительных производственных ресурсов, которые потребуют финансовых вложений или привлечения субподрядных организаций, или, может быть удастся реализовать поставленные задачи за счет существующих ресурсов.

Стадия пост-разработки состоит из деятельности за пределами периода разработки робота, но все еще требует значительной поддержки со стороны проектировщика, особенно когда встречаются непредвиденные проблемы, ожидающие скорейшего разрешения. Необходимо отслеживать отзывы потребителей сервисной персональной робототехники. Для этого требуется изучать способы эксплуатации продукта, область его применения, чтобы определить, насколько полно используются его характеристики. Следует изучать также ответные действия конкурентов. На потребителей влияют многие аспекты, включающие как характеристики самого продукта, так и их личностные ценности.

Таким образом, постоянной целью на всех уровнях производства должно быть стремление удовлетворить запросы потребителя путем непрерывного улучшения качества для повышения конкурентоспособности предприятия, что достигается грамотным подходом к проектированию и жесткой временной и экономической оценкой производства продукции [3].

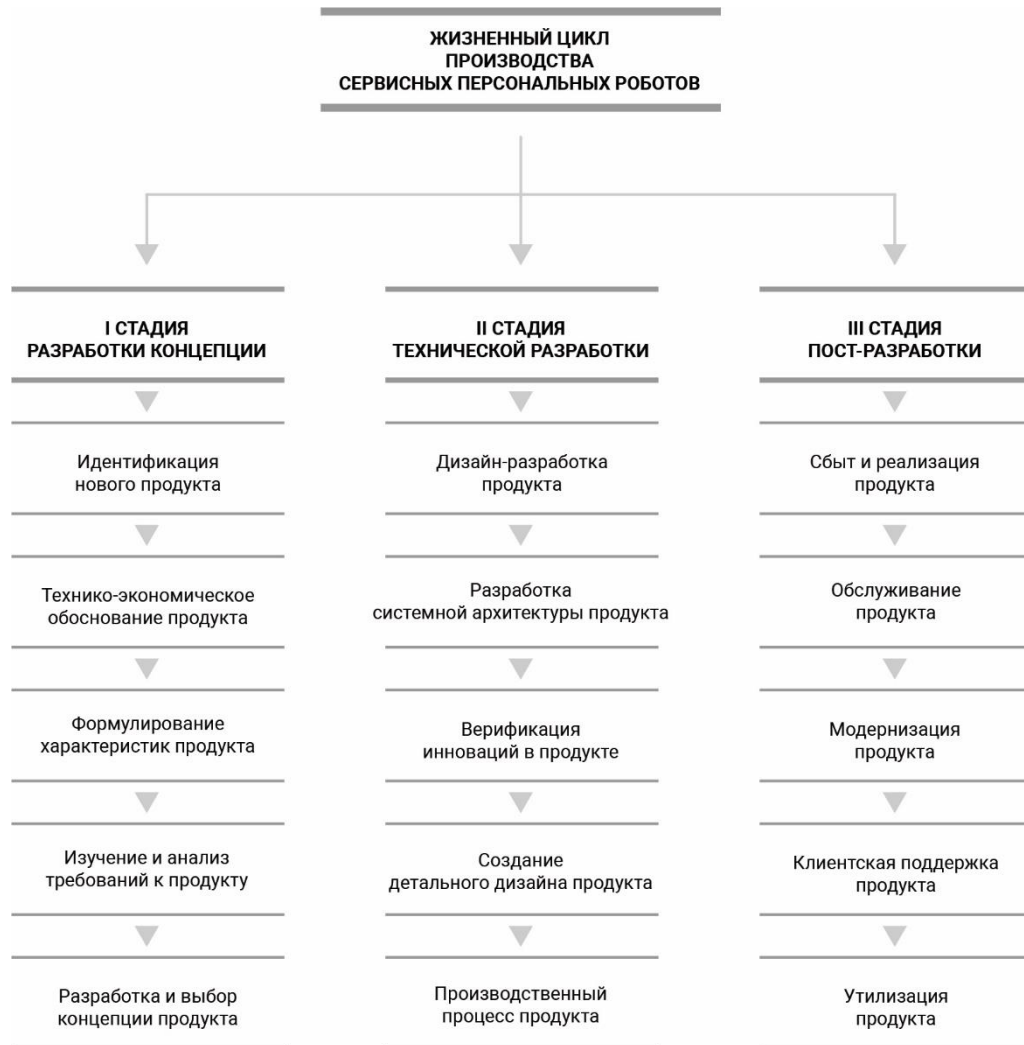


Рисунок 3.12 – Стадии жизненного цикла производства сервисных персональных роботов [44]

3.5 Выводы по главе 3

1. Рассмотрены материалы и технологии, применяющиеся на отечественных производственных предприятиях. Анализ показал, что для достижения необходимого уровня производства современной продукции необходимо взаимодействие таких факторов, как передовые технологии и современное оборудование. Отсутствие необходимой материальной базы может привести либо к тому, что повышения конкурентоспособности продукции происходить не будет, либо к тому, что ее качество будет закономерно снижаться.

2. Разработан алгоритм формообразования сервисных персональных роботов с применением методики дизайн-исследования, базирующийся на исследовании

этапов и подходов дизайн-проектирования роботов, включающий в себя использование информационной базы данных и классификатора формообразующих характеристик.

3. Разработан алгоритм выбора технологий для формообразования сервисных персональных роботов, который основан на делении на подсистемы исходя из технологического и экономического факторов. Основными принципами выбора технологий является оснащенность производства, заключающаяся в номинальных мощностях и возможностях оборудования, а также ориентация на существующую производственную программу, от которой зависит степень загрузки оборудования.

4. Проведена оценка жизненного цикла производства сервисных персональных роботов, которая позволила сделать вывод о том, что производство и поставка продукции высокого качества с рыночной привлекательностью и высоким уровнем удовлетворенности клиентов требуют непрерывного ее улучшения для повышения конкурентоспособности предприятия. Это достигается грамотным подходом к проектированию и жесткой временной и экономической оценкой производства продукции, т.е. четко прописанной дизайн-стратегии.

ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ДИЗАЙН-ПРОЕКТОВ СЕРВИСНЫХ ПЕРСОНАЛЬНЫХ РОБОТОВ ПОД ПРЕДПРИЯТИЯ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

4.1 Апробация применения методики дизайн-исследования в дизайн-проектах сервисных персональных роботов

Формообразование данных объектов сервисной персональной робототехники начинается с получения технического задания на проектируемый объект. Исходные параметры позволяют при помощи информационной базы данных, содержащейся в электронном программном средстве, выполнить поиск существующих похожих объектов и построить базовые условные схемы, основанные на комбинаторном принципе евклидовых фигур, которые могут быть в дальнейшем использованы для выполнения поисковых вариантов форм. Такая предварительная работа позволяет построить электронные трехмерные модели, состоящие из набора примитивов и являющиеся основой для дальнейшей проработки формы корпуса сервисного персонального робота. В таблице 4.1 приведены дизайн-проекты сервисных персональных роботов с техническим заданием на них и предложенным проектным решением. На рисунке 4.1 представлены дизайн-проекты сервисных персональных роботов и результаты проектного решения, реализованные в условной схеме формы, подобранной исходя из их технического задания.

Охранно-патрульный робот (автор Р. Семёнов, руководитель К.С. Ившин, аналоги [17, 18]) является стационарным неподвижным устройством, которое должно оперативно и гарантированно извещать хозяина или правоохранительные службы о несанкционированном проникновении. Охранно-патрульный робот (автор Н. Ильин, руководитель К.С. Ившин, аналоги [14-16]) является охранной системой, которая выполняет патрулирование по заданному периметру, в процессе выполнения производит наблюдение и передает операцию в командный пункт. Робот-помощник (автор А. Башарова, руководитель К.С. Ившин, аналоги [19, 20])

является мобильным домашним помощником, который взаимодействует с людьми, управляет другими электронными устройствами «умного дома», осуществляет контроль за происходящим и реализует представительские функции.

Таблица 4.1 – Применение методики дизайн-исследования в проектах сервисных персональных роботов

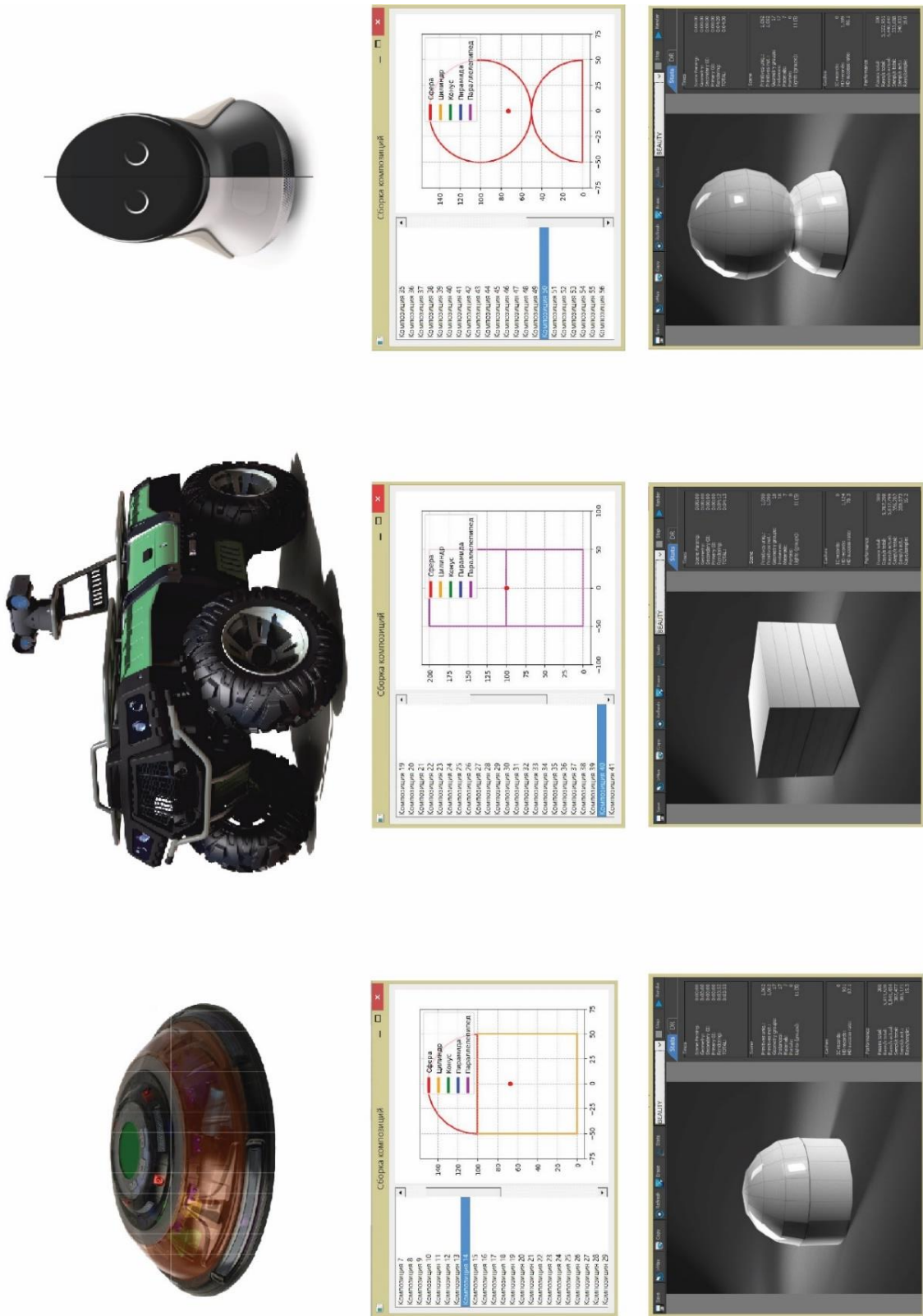
| Дизайн-проекты сервисных персональных роботов | Техническое задание | Проектное решение |
|---|--|--|
| Охранный робот | Робот должен обладать следующим набором функций: принимать и отправлять информацию; подавать сигнал в случае тревоги; иметь возможность настройки любой функции для эксплуатации прибора в различных условиях; иметь высокий уровень безопасности; иметь автономное питание от встроенного аккумулятора. Контроль охраняемого объекта может осуществляться везде, где есть сотовая связь | При отработке внешней формы используется художественный подход, сначала воплощается художественный образ, затем инженерные и эргономические требования. В основу проектного образа положен образ медузы, которая выпускает свой яд при прикосновении к ней. Робот также срабатывает, как только в зоне его действия происходят нарушения. Упрощенные геометрические формы закрытых объемов организованы спокойными поверхностями. Форма охранного робота состоит из гладких и закругленных поверхностей. Плавными линиями они переходят из одной плоскости в другую. Форма данного изделия симметрична. Все элементы сбалансированы между собой, что придает чувство равновесия форме. Конструкция складывается между собой из внешних и внутренних панелей. Панели имеют сложные формы, складывающиеся из ребер жесткости и фланцев. Соединяются панели неразъемными/разъемными соединениями в зависимости от расположения стыка и необходимости того или иного эффекта |
| Охранно-патрульный робот | Робот предназначен для патруля по местности со сложным рельефом: холмистая, болотистая, песчаная, заснеженная местность и т.п., поэтому должен быть | Технологические и конструктивные особенности будут создавать морфологию объекта. Главными при дизайн-проектировании данного робота являются этапы |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>способен менять режим патрулирования, оставаться в засаде и передавать полную информацию о происходящем на периферии объекта. Должен быть оснащен камерами, приборами ночного видения, различными датчиками, а также автоматическим огнестрельным оружием</p> | <p>инженерного и эргономического проектирования.</p> <p>В основе стилистического решения транспортного средства лежит образ паука. Его черты прослеживаются в обхватывающих корпус ребрах, решетка радиатора бампер и фары – это голова насекомого. Трубчатые конструкции багажника напоминают паутину. И как паук плетет сеть, чтобы ловить мух, так и этот робот создает свою сеть патрулирования, чтобы ловить нарушителей.</p> <p>Силовой каркас несет опорную функцию, он является соединительным звеном всей конструкции. На нем размещены и крепятся движущие агрегаты и панели кузовной оболочки.</p> <p>Рама силового каркаса цельная, сварная, движущие агрегаты крепятся к ней при помощи болтового соединения, элементы кузова крепятся различными способами: в зависимости от необходимости соединения решаются разборными или неразборными.</p> <p>Видеоанализ окружающей обстановки происходит посредством пяти камер, расположенных по периметру. Визуальное позиционирование происходит благодаря поворотной камере, расположенной на штанге робота. С помощью этой камеры осуществляется круговое наблюдение, и в случае обнаружения движения она наводится на этот объект и отправляется сигнал на базу.</p> <p>Геометрические формы упрощены, угловаты, организованы ребристыми поверхностями. Фасеточные поверхности, являясь прямой отсылкой к художественному образу, жестко следуют своему назначению. Форма охранно-патрульного робота состоит из гладких и закругленных</p> |
|--|--|---|

| | | |
|----------------|---|--|
| | | на углах поверхностей. Все элементы сбалансированы между собой, что придает чувство равновесия форме |
| Робот-помощник | Робот должен обладать следующим набором функций: принимать и отправлять информацию; подавать сигнал оповещения; иметь возможность настройки любой функции для эксплуатации прибора в различных условиях; иметь высокий уровень надежности; иметь автономное питание от встроенного аккумулятора | <p>При отработке внешней формы используется художественный подход, сначала воплощается художественный образ, затем – инженерные и эргономические требования</p> <p>В основу проектного образа положен образ сидящего животного, наблюдающего за происходящей ситуацией.</p> <p>Упрощенные геометрические формы закрытых объемов организованы гладкими обтекаемыми спокойными поверхностями. Форма данного изделия симметрична. Все элементы сбалансированы между собой, что придает чувство равновесия форме. Облик имеет гуманоидные черты, располагая к себе пользователя, но не отталкивая его.</p> <p>Конструкция складывается из внешних и внутренних пластиковых панелей. Панели, выступы и фаски крепятся между собой. Соединяются панели разъемными соединениями в зависимости от расположения стыка</p> |

4.2 Апробация применения методики выбора производственной технологии в дизайн-проектах сервисных персональных роботов

Особенностью предлагаемого подхода выбора технологий для формообразования сервисных персональных роботов является учет в процессе поиска технологических показателей выбираемых объектов.



Робот-помощник

Охранно-патрульный робот

Охранный робот

Рисунок 4.1– Применение методики дизайн-исследования в дизайн-проектах сервисных персональных роботов

После выполнения поисковых вариантов и выбора окончательного решения происходит его конструкторская и дизайнерская проработка. На производство объект поступает после утверждения конструкторской документации, проведения испытаний, утверждения технологической документации. Технологическая документация включает в себя подробное описание технологического процесса с выбором инструмента, оснастки и оборудования. В зависимости от оснащенности производства состав технологической документации может меняться.

В таблице 4.2 приведены дизайн-проекты сервисных персональных роботов с техническим заданием на них и предложенным техническим решением, включающим в себя выбор материала и технологии изготовления. На рисунке 4.2 представлены дизайн-проекты сервисных персональных роботов и соответствующие алгоритмы выбора производственной технологии.

Таблица 4.2 – Применение методики выбора производственной технологии в проектах сервисных персональных роботов

| Дизайн-проекты сервисных персональных роботов | Техническое задание | Техническое решение |
|--|--|---|
| Охранный робот | Робот должен обладать следующим набором функций: принимать и отправлять информацию; подавать сигнал в случае тревоги; иметь возможность настройки любой функции для эксплуатации прибора в различных условиях; иметь высокий уровень безопасности; иметь автономное питание от встроенного аккумулятора. Контроль охраняемого объекта может осуществляться везде, где есть сотовая связь | В качестве материала для производства стационарных роботов выбрана композиция акрилонитрил бутадиен стирола и поликарбоната, которая позволяет существенно повысить прочность и термостойкость изделия. Наиболее оптимальной технологией для черновой обработки такого материала является вакуумное формование. Для дальнейшей обработки применяются операции резания. Позиционирование детали на станке происходит в координатный угол |
| Охранно-патрульный робот | Робот предназначен для патруля по местности со сложным рельефом: холмистая, болотистая, песчаная, заснеженная местность и т.п., поэтому должен быть способен менять режим патрулирования, оставаться в засаде и передавать полную | Материалами для производства мобильного робота являются легированные стали. Она хорошо обрабатывается, пластична, обладает хорошей формуемостью и устойчивостью против коррозии. По отношению к подобному материалу (для придания корпусу |

| | | |
|-----------------------|--|--|
| | <p>информацию о происходящем на периферии объекта. Должен быть оснащен камерами, приборами ночного видения, различными датчиками, а также автоматическим огнестрельным оружием</p> | <p>необходимой формы) применяют черновые операции холодной и горячей штамповки, для его доводки до требуемых рабочей документацией значений используются операции резания. Позиционирование детали на станке происходит в координатный угол. В особых случаях может использоваться акрилонитрил бутадиен стирол. Наиболее оптимальной технологией для черновой обработки такого материала является вакуумное формование. Для дальнейшей обработки применяются операции резания. Позиционирование детали на станке происходит в координатный угол</p> |
| <p>Робот-помощник</p> | <p>Робот должен обладать следующим набором функций: принимать и отправлять информацию; подавать сигнал оповещения; иметь возможность настройки любой функции для эксплуатации прибора в различных условиях; иметь высокий уровень надежности; иметь автономное питание от встроенного аккумулятора</p> | <p>В качестве материала для производства стационарных роботов выбрана композиция акрилонитрил бутадиен стирола и поликарбоната, которая позволяет существенно повысить прочность и термостойкость изделия. Наиболее оптимальной технологией для черновой обработки такого материала является вакуумное формование. Для дальнейшей обработки применяются операции резания. Позиционирование детали на станке происходит в координатный угол</p> |



Рисунок 4.2– Применение методики выбора производственной технологии в дизайн-проектах сервисных персональных роботов

ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Определено место дизайна в проектировании робототехники на основании анализа международных и отечественных классификаций, а также подходов к проектированию промышленных изделий и средств транспорта; это позволяет выявить степень вовлеченности дизайнера в процесс проектирования и дает возможность выделить тип робототехники, являющийся максимальным объектом приложения его сил; работа по проектированию этого типа робототехники способствует гуманизации материально-вещественных объектов, учету параметров адекватных природе человека и общественной среде, в которой роботы такого типа находятся.

2. Разработана методика дизайн-исследования сервисных персональных роботов, учитывающая влияние на процесс их формообразования большого числа производственных факторов, результатом применения которой является создание классификатора, посредством чего осуществляется грамотный выбор художественных параметров, определяющих дальнейшую форму проектируемого изделия.

3. Разработаны методические рекомендации для дизайн-проектирования сервисных персональных роботов под применяющиеся в отечественном оборонно-промышленном комплексе материалы и технологии, которые позволяют создавать конкурентоспособные наукоемкие изделия гражданского назначения в рамках Плана мероприятий по развитию конкуренции в отраслях экономики РФ и переходу отдельных сфер естественных монополий из состояния естественной монополии в состояние конкурентного рынка на 2018-2020 годы.

4. Предложенные в данной работе методики исследования и создания формы объектов робототехники не требуют большого временного и экономического ресурса и позволяют выполнять рутинные работы по анализу и синтезу объемно-пространственной структуры и тектоники, что значительно упрощает творческий процесс.

5. Разработано электронное программное средство для обеспечения трансляции дизайнерских предложений по формообразованию сервисных персональных роботов, основанное на комбинаторном принципе проектирования изделия и учитывающее конструкторско-технологические особенности создания изделия на отечественных предприятиях.

6. Разработаны решения, которые демонстрируют возможности применения данных методик в проектах охранного и охранно-патрульного роботов, выполненных совместно с АО «Ижевский радиозавод», и проекте робота-помощника для дизайн-хакатона Сколково.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 2.103-2013. Единая система конструкторской документации. Стадии разработки. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2015. – 48 с., ил.
2. ГОСТ Р 15.201-2000. Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2008. – 15 с., ил.
3. ГОСТ Р 56645.1-2015. Системы дизайн-менеджмента. Руководство по управлению дизайном промышленной продукции. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2016. – 44 с.
4. ГОСТ Р 60.0.0.1-2016. Роботы и робототехнические устройства. Общие положения. – М.: «Стандартинформ», 2016. – 12 с.
5. ГОСТ Р 60.0.0.2-2016. Роботы и робототехнические устройства. Классификация. – М.: Стандартинформ, 2016. – 15 с.
6. ГОСТ Р ИСО 8373-2014. Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2015. – 20 с.
7. ГОСТ Р ИСО\МЭК 9126-93. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – 12 с.
8. ГОСТ 6.10.1 – 87. Единая система классификации и кодирования технико-экономической информации. Основные положения. – М.: Стандарты, 1994. – 15 с.
9. Об общероссийских классификаторах технико-экономической и социальной информации в социально-экономической области № 677 от 10 ноября 2003 г. – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.
10. Общероссийский Классификатор информации об общероссийских классификаторах. ОК. 026 – 2002. N 502-ст от 25 декабря 2002 г. (ред. от

13.10.2017). – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.

11. ПР 50.1.020 – 2000. Порядок разработки общероссийских классификаторов. – М.: Госстандарт России, 2001. – 15 с.

12. ПР 50.1.021-2000. Положение о ведении общероссийских классификаторов на базе информационно-вычислительной сети Госкомстата России. – М.: Госстандарт России, 2001. – 19 с.

13. Правила по стандартизации. Основные положения Единой системы классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации и унифицированных систем документации в РФ № от 25 декабря 2000 г. – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.

14. Патент 159405. Российская Федерация, МПК В25J5/00. Мобильный шестиколесный робот, оснащенный системой манипуляторов: № 2014151765/02: заявл. 22.12.2014: опубл. 10.02.2016 / П. А. Безмен, С. Ф. Яцун, К. Г. Казарян. – 5 с.

15. Патент 185354. Российская Федерация, МПК В25J5/00, В25J9/00. Мобильная робототехническая платформа сверхмалого класса: № 2017128940: заявл. 14.08.2017: опубл. 03.12.2018 / М. Г. Блайвас, В. В. Дмитриев, И. Н. Замятина. – 5 с.

16. Патент 92020. Российская Федерация, МКПО 12-13. Мобильный робот: № 2014501512: заявл. 17.04.2014: опубл. 16.03.2015 / М. И. Никитков, А. С. Лешуков, А. С. Полубояринов и др. – 3 с.

17. Патент 95429. Российская Федерация, МКПО 14-01, 14-02. Робот: № 2014504536: заявл. 18.11.2014: опубл. 16.09.2015 / С. Бризил, Ф. Фариди. – 3 с.

18. Патент 95437. Российская Федерация, МКПО 14-01, 14-02. Робот: № 2014504541: заявл. 18.11.2014: опубл. 16.09.2015 / С. Бризил, Ф. Фариди. – 2 с.

19. Патент 111476. Российская Федерация, МКПО 115-05. Робот-пылесос: № 2017506326: заявл. 25.12.2017: опубл. 10.10.2018 / К. Гнилька, М. Брандис, С. Добек. – 2 с.
20. Патент 2271923. Российская Федерация, МПК В25J5/00, В25J9/00. Робот-пылесос: № 2004122722/02: заявл. 23.07.2004: опубл. 20.03.2006 / К. Ким, И. Дзунг. – 2 с.
21. Абрамян, С. И. Проблемы современного машиностроения России и подходы к их решению / С. И. Абрамян, А. А. Федотов // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2015. – 8 (80). – С. 1-12.
22. Адриан, Ф. Объекты желания. Дизайн и общество с 1750 года / Ф. Адриан. – М.: Изд-во студии Артемия Лебедева, 2010. – 455 с.
23. Азимов, А. Роботы и Империя / А. Азимов. – М.: Эксмо, 2003. – 385 с.
24. Азимов, А. Я, робот / А. Азимов. – М.: Центрполиграф, 2003. – 320 с.
25. Азрикан, Д. А. Эргодизайн. Проблемы и перспективы / Д. А. Азрикан// Техническая эстетика. – 1987. – № 3. – С. 17-23.
26. Амиров, Ф. Г. Классификация деталей по размерам, способу построения системы координат детали для геометрического моделирования / Ф.Г. Амиров // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2012. – № 8. – С. 32-35.
27. Аналитический бюллетень: Машиностроение: Тенденции и прогнозы. Итоги 2018 года. – Москва: РИА Рейтинг, 2019. – № 33. – 35 с.
28. Аналитический обзор мирового рынка робототехники 2018 // Сбербанк России: сайт. – URL: http://www.sberbank.ru/common/img/uploaded/analytics/2018/analiticeskij_obzor_mirovogo_rynka_robototehniki.pdf (дата обращения: 01.05.2018). – Текст: электронный.

29. Аналитический обзор мирового рынка робототехники 2019 // Сбербанк России: сайт. – URL: http://www.sberbank.ru/common/img/uploaded/pdf/sberbank_robotics_review_2019_17.07.2019_m.pdf (дата обращения: 01.08.2018). – Текст: электронный.

30. Аналитический обзор мирового рынка робототехники 2019 // Россконгресс: сайт. – URL: <https://roscongress.org/materials/analiticheskiy-obzor-mirovogo-rynka-robototekhniki/> (дата обращения: 01.08.2018). – Текст: электронный.

31. Антипина, Е.В. Вопросы дизайна наземных транспортных роботов / Е.В. Антипина, К.С. Ившин // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: мат. междунар. науч.-практ. конф. / ПНИПУ. – Пермь, 2016. – № 2. – С. 47-52.

32. Антипина, Е.В. Инновационные производственные технологии в дизайн-образовании / Е.В. Антипина, К.С. Ившин, В.А. Умняшкин //Международное сотрудничество: интеграция образовательных пространств: мат. III междунар. науч.-практ. конф. / УдГУ. – Ижевск, 2016. – С. 116-120.

33. Антипина, Е.В. Композиционное формообразование робототехники / Е.В. Антипина, К.С. Ившин // Дизайн. Теория и практика. – 2015. – № 20. – С. 76-86.

34. Антипина, Е.В. Костюм как форма культурного интерфейса социальных роботов / Е.В. Антипина // Мода и дизайн: исторический опыт — новые технологии: мат. XXII междунар. науч. конф. / СПбГУПТД. – Санкт-Петербург, 2019. – С. 252-256.

35. Антипина, Е.В. Кристалломофизм как морфологическое основание организации форм промышленных изделий / Е.В. Антипина, К.С. Ившин // Технология художественной обработки материалов: мат. II всерос. науч.-практ. конф. / ЛГТУ. – Липецк, 2016. – С. 37-46.

36. Антипина, Е.В. Методика дизайн-исследования сервисных персональных роботов / Е.В. Антипина // Дизайн. Материалы. Технология. – 2019. – №3 (55). – С. 20-25.

37. Антипина, Е.В. Особенности дизайн-проектирования наземных транспортных роботов / Е.В. Антипина, К.С. Ившин // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2016. – № 2. – С. 43-57.

38. Антипина, Е.В. Особенности классификации в дизайн-проектировании робототехники / Е.В. Антипина, К.С. Ившин // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке: мат. II всерос. науч.-техн. конф. / ИжГТУ. – Ижевск, 2013. – С. 1006-1010.

39. Антипина, Е.В. Принципы дизайн-проектирования робототехники / Е.В. Антипина, К.С. Ившин // Дизайн и технологии. – 2015. – №50 (92). – С. 6-10.

40. Антипина, Е.В. Разработка системы методов инжиниринга в дизайне роботов специального назначения / Е.В. Антипина, К.С. Ившин // Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования: мат. VI междунар. конф. / ИжГТУ. – Ижевск, 2014. – С. 208-211.

41. Антипина, Е.В. Робот как дизайн-продукт / Е.В. Антипина // Современные техника и технологии: мат. XIX междунар. науч.-практ. конф. Т. 3 / НИ ТПУ. – Томск, 2013. – С.276-277.

42. Антипина, Е.В. Роль факторов в разработке классификатора формообразующих характеристик сервисной персональной робототехники / Е.В. Антипина //Технология художественной обработки материалов: мат. XXI Всероссийской науч.-практ.конф. и смотра-конкурса творч. работ студентов, магистров и аспирантов / ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. – Ижевск, 2018. – С. 252-256.

43. Антипина, Е.В. Функциональная классификация как основа дизайн-проектирования робототехники / Е.В. Антипина, К.С. Ившин // Технология художественной обработки материалов: мат. XVII Всероссийской науч.-практ. конф. / НИ ИрГТУ. – Иркутск, 2014. – С. 29-34.

44. Антипина, Е.В. Человек и робот: система эргатических взаимоотношений / Е.В. Антипина // Сфера дизайна XXI века. Дизайн и кибернетика: мат. VII Всероссийской науч.-практ. конф. / МГХПА им. С.Г. Строганова. – Москва, 2017. – С. 16-23.

45. Антипина, Е.В. Эргономические составляющие дизайна робототехники / Е.В. Антипина, К.С. Ившин // Дизайн и технологии. – 2018. – №63 (105). – С. 6-13.

46. Антипина, Е.В. Этапы развития роботостроения / Е.В. Антипина, К.С. Ившин // Молодежь. Наука. Современность: мат. VIII науч.-практ. конф. / филиал УдГУ в г. Воткинске. – Воткинск, 2013. – С. 9-11.

47. Арнхейм, Р. Искусство и визуальное восприятие / Р. Арнхейм, пер. с англ. В.Н. Самохина, общ. ред. В.П. Шестакова. – М.: Издательство «Прогресс», 1974. – 384 с.

48. Арямов, В. И. Дизайн и экономичность автомобилей / В. И. Арямов // Техническая эстетика. – 1983. – № 8. – С. 21-26.

49. Байкова, Е. С. Развитие исследований в сфере робототехники в организациях ФАНО России / Е. С. Байкова, О. О. Мугин, Д. И. Цыганов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2016. – № 1(174). – С. 219-227.

50. Барташевич, А. А. Основы художественного конструирования: Учебник для втузов / А. А. Барташевич. – Мн.: Выш. шк., 1984. – 224 с., ил.

51. Батанов, А. Ф. Робототехнические комплексы для обеспечения специальных операций / А. Ф. Батанов, С. Н. Грицынин, С. В. Муркин // Специальная техника. – 1999. – № 6. – С. 10-17.

52. Бегенау, З. Г. Функция, форма, качество / З. Г. Бегенау. Под ред. и с послесловием Г. Б. Минервина. – М.: Мир, 1969. – 168 с., ил.

53. Беккер, М. Б. Литье под давлением: Учебник для подготовки рабочих на производстве. / М. Б. Беккер. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1978. – 213 с., ил.

54. Бендерский, Б. Я. Аэродинамика наземных транспортных средств. Курс лекций / Б. Я. Бендерский. М-во образования и науки Рос. Федерации, Ижев. гос. техн. Ун-т им. М. Т. Калашникова. – Ижевск: Издательство ИжГТУ, 2017. – 304 с. : ил.
55. Бентхами, Х. Математическое, алгоритмическое и программное обеспечение роботизированных технологических процессов обработки посылок: дис. ... канд. тех. наук / Х. Бентхами – М., 2004. – 206 с.
56. Близнец, П. М. Домашний охранный робот на базе шагающего движителя / П. М. Близнец, В. И. Рубцов, К. В. Коновалов, И. А. Бошляков // Символ науки. – 2017. – № 03-2. – С. 14-21.
57. Бондалетова, Л. И. Полимерные композиционные материалы (часть 1): учебное пособие / Л. И. Бондалетова, В. Г. Бондалетов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 118 с.
58. Боранбаева, Б. М. Основы классической кристаллографии / Б. М. Боранбаева, Г. И. Султамурат. – Темиртау, 2013. – 90 с.
59. Боргест, Н. М. Робот-проектант: фантазия и реальность / Н. М. Боргест, А. А. Громов, Р. Х. Морено [и др.] // Онтология проектирования. – 2012. – № 4(6). – С. 73-94.
60. Брайман, А. Методы социальных исследований. Группы, организации и бизнес / А. Брайман, Э. Белл. – Харьков: Издательство Гуманитарный Центр, 2012. – 776 с.
61. Брэдбери, Р. Человек в картинках / Р. Брэдбери. – М.: Эксмо-Пресс, 2018. – 384 с.
62. Бутенков, С. А. Обобщенные геометрические модели и новая парадигма обработки геометрической информации / С. А. Бутенков // Известия Таганрогского государственного радиотехнического университета. – 2002. Т. 26. № 3. С. 150-157.
63. Верба, В. А. Проектный анализ / В. А. Верба, А. А. Загородних; КНЭУ. – М.: КНЭУ, 2000. – 322 с.

64. Виды исследований и фокусировка // Дизайн в цифровой среде: сайт. – URL: [http://tilda.education/courses/web — design/research/](http://tilda.education/courses/web—design/research/) (дата обращения: 01.08.2019). – Текст: электронный.
65. Колейчук, В.Ф. Визуальная культура и визуальное мышление в дизайне: методические материалы / В.Ф. Колейчук, А.Н. Лаврентьев; отв. ред. О.И. Генисаретский. – М.: ВНИИТЭ, 1990. – 88 с.: ил.
66. Волкова, А. В. Рынки крупнотоннажных полимеров / А. В. Волкова. – СПб: НИУ ВШЭ, 2017. – 71 с.
67. Волкотруб, И. Т. Основы художественного конструирования: учебник для худож. учеб. заведений / И. Т. Волкотруб. – 2-е изд., перераб и доп. – Киев: Выща школа, 1988. – 191с.: ил.
68. Волченков, Е. Стандартизация пользовательского интерфейса. / Е. Волченков // Открытые системы. СУБД. – 2002. — № 4.
69. Вонг, Дж. Теория наземных транспортных средств / Дж. Вонг. – М.: Машиностроение, 1982. – 284 с.
70. Галкин, Д. В. Искусственная жизнь: наука и компьютерные технологии в современном искусстве / Д. В. Галкин // Вестник Томского государственного университета. – 2011. – № 350. – С. 74-80.
71. Галкин, Д. В. От вдохновения машинами к искусственной жизни: этапы развития технологического искусства / Д. В. Галкин // Вестник Томского государственного университета. Культурология и искусствоведение. – 2013. – № 1 (9). – С. 44-51.
72. Галкин, Д. В. От взгляда к присутствию: интерактивная архитектура в современной цифровой культуре / Д. В. Галкин // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2013. – № 9 (137). – С. 262-267.
73. Галкин, Д. В. Социальная робототехника в перспективе визионерских исследований / Д. В. Галкин, Х. В. Теплякова // Гуманитарная информатика: сб.

статей / под ред. Г.В. Можяевой, Н.Н. Зильберман. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2014. – Вып.8 (специальный выпуск). – С. 6-16.

74. Гаюи, Р. Ж. Структура кристаллов. Избранные труды / Р. Ж. Гаюи. – Ленинград: издательство Академии наук СССР, 1962. – 74 с.

75. Геллар, Н. Типы дизайн исследований, которые следует знать каждому дизайнеру / Н. Геллар. – Текст электронный // UX PUB: сайт. – URL: <https://ux.pub/typy—dizajn—issledovaniy—kotorye—sleduet—znat—kazhdomu—dizajneru/> (дата обращения: 01.08.2019).

76. Гоббс, Т. Избранные произведения / Т. Гоббс. – М.: Мысль, 1964. – 583 с.

77. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2016 и 2017 годах» [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации: сайт. – URL: http://mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/o_sostoyanii_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/ (дата обращения: 01.05.2019). – Текст: электронный.

78. Гофман, Э. Т. А. Крейсериана. Новеллы / Э. Т. А. Гофман. – М.: Музыка, 1990. – 398 с.

79. Гофман, Э. Т. А. Сказки / Э. Т. А. Гофман. – М.: ОлмаМедиаГрупп / Просвещение, 2015. – 304 с.

80. Грашин, А. А. Методология дизайн-проектирования элементов предметной среды. Дизайн унифицированных и агрегатированных объектов / А. А. Грашин. – М.: Архитектура-С, 2004. – 232 с.

81. Гринин, А. Л. Кибернетическая революция и исторический процесс (технологии будущего в свете теории производственных революций) / А. Л. Гринин, Л. Е. Гринин // Философия и общество. – 2015. – № 1. – С. 17-47.

82. Гройс, Б. Порабощенные боги: кино и метафизика. «Метрополис», режиссер Фриц Ланг, «Матрица», режиссеры Энди и Ларри Вачовски / Б. Гройс

// Искусство кино: сайт. – URL: <http://www.kinoart.ru/archive/2005/09/n9> — article13 (дата обращения: 01.05.2018). – Текст: электронный.

83. Декарт, Р. Избранные произведения / Р. Декарт. – М.: Госполитиздат, 1950. – 712 с.

84. Суджич, Д. Язык вещей / Д. Суджич. – М.: Изд-во Strelka Press, 2013. – 240 с.

85. Бергер, Д. Искусство видеть / Д. Бергер. – М.: Изд -во Клаудберри, 2012. – 184 с.

86. Джонс, Дж. К. Инженерное и художественное конструирование: Современные методы проектного анализа / Дж. К. Джонс. – М.: Мир, 1976. – 374 с.

87. Джонс, Дж. К. Методы проектирования / Дж. К. Джонс. – 2-е изд., доп. – М.: Мир, 1986. – 326 с., ил.

88. Дизайн. Иллюстрированный словарь-справочник / Г. Б. Минервин, В. Т. Шимко, А. В. Ефимов и др.; Под общ. ред. Г. Б. Минервина, В. Т. Шимко. – М.: «Архитектура -С», 2004. – 288 с.

89. Дизайн: очерки теории системного проектирования / В.И. Михайленко, Е.Н. Лазарев, Н.П. Валькова, Ю.А. Грабовенко; ред. Л.А. Соловьева. – Ленинград: Издательство Ленинградского университета, 1983. – 184 с.

90. Дитрих, Я. Проектирование и конструирование: Системный подход / Я. Дитрих. – М.: Мир, 1981. – 456 с., ил.

91. Долгих, М. Н. Междисциплинарные основания дизайна / М. Н. Долгих // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – № 377. – С. 58–61.

92. Долматовский, Ю. А. Основы конструирования автомобильных кузовов / Ю. А. Долматовский. – 2-е изд., перераб. – М.: ГНТИ Машгиз, 1962. – 321 с.

93. Дрейфус, Х. Чего не могут вычислительные машины / Х. Дрейфус. – М.: Прогресс, 1978. – 333 с.
94. Дубова, А. А. Коммуникативная роль художественного образа в морфологии интеллектуального устройства / А. А. Дубова, Ю. В. Назаров // Вестник культуры и искусств. – 2017. – № 2 (50). – С. 129-137.
95. Попов, Е. Государство встает к станку / Е. Попов, Я. Циноева, Я. Рождественская – Текст: электронный // Газета «Коммерсант»: Интернет-портал. – URL: <http://www.kommersant.ru/doc/2633606> (дата обращения: 01.05.2018).
96. Ефремова, А. Д. Реструктуризация крупных промышленных предприятий на основе диверсификации хозяйственных структур: дис. ... канд. экон. наук. / А. Д. Ефремова. – М., 2019. – 156 с.
97. Жукова, Т. П. Современные тенденции развития российского рынка полиэтилена / Т. П. Жукова // Экономика и социум. – 2018. – № 5 (48). – С. 459 — 469.
98. Жукова, Л. Т. История техники и технологии: учеб. пособие / Л. Т. Жукова, В. Л. Жуков, В. П. Ерцев. – Санкт — Петербург: СПбГУТД, 2012. – 208 с.
99. Жукова, Л. Т. Методология изготовления ювелирных изделий / Л. Т. Жукова, О. К. Баранова; М-во образования и науки Рос. Федерации, С.-Петерб. гос. ун-т технологии и дизайна. – Санкт-Петербург: СПбГУТД, 2015. – 176 с.: ил.
100. Зайцев, Д. С. Тенденции и проблемы развития машиностроительных предприятий в новых экономических условиях / Д. С. Зайцев // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2013. – № 3 (47). – С. 50-54.
101. Захаров, А. И. Особенности формообразования предметно-функциональных структур в дизайне / А. И. Захаров, М. С. Кухта // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 6. – С. 204-209.

102. Зезюлько, А. В. Судьбы техники глазами гуманитарной культуры (философия, литература, кино) / А. В. Зезюлько, Е. В. Золотухина-Аболина. – М.; Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 244 с.

103. Зильберман, Н. Н. Восприятие различных типов культурного интерфейса социального робота / Н. Н. Зильберман, А. В. Слободская // *Universum: Общественные науки: электронный научный журнал*. – 2014. – № 10 — 11 (11). – Режим доступа: <http://7universum.com/ru/social/archive/item/1767>.

104. Зильберман, Н. Н. Методология проведения исследования восприятия культурного интерфейса социального робота / Н.Н. Зильберман, И.А. Куликов, А.В. Слободская [и др.] // *Гуманитарная информатика: сб. статей / под ред. Г.В. Можяевой, Н.Н. Зильберман*. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2014. – Вып.8 (специальный выпуск). – С. 93-98.

105. Зильберман, Н. Н. Обзор исследований восприятия социального робота в статусе выше человека / Н. Н. Зильберман // *Гуманитарная информатика*. – 2017. – № 13. – С. 30–38.

106. Зильберман, Н. Н. Социальный робот: подходы к определению понятия / Н. Н. Зильберман, М. А. Стефанцова // *Современные исследования социальных проблем*. – 2016. – № 11(67). – С. 297-312.

107. Зильберман, Н. Н. Функциональная классификация социальных роботов / Н. Н. Зильберман // *Гуманитарная информатика*. – 2014. – № 8. – С. 30-39.

108. Иванов, Б. А. Введение в японскую анимацию / Б. А. Иванов. — 2-е изд. – М.: Фонд развития кинематографии; РОФ «Эйзенштейновский центр исследований кинокультуры», 2001. – 396 с.

109. Иващенко, В. И. Исследование дидактических свойств 3D модели для обучения основам геометрического моделирования / В. И. Иващенко // *Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета)*. – 2008. – № 2 (15). – С. 183-193.

110. Ившин, К. С. Теоретические и методологические основы дизайна малогабаритных транспортных средств: автореферат дис. ... доктора технических наук / К. С. Ившин — Москва, 2016. — 434 с.

111. Информатика: Учебник. 3-е перераб. изд. / Под ред. проф. Н.В. Макаровой. — М.: Финансы и статистика, 2000. — 768 с.: ил.

112. Информационный портал по стандартизации: сайт. — URL: <http://standard.gost.ru/wps/portal/> (дата обращения: 01.05.2018). — Текст: электронный.

113. Наумов В. Б. Исследование в области развития законодательства о робототехнике и киберфизических системах, в том числе в части определения понятия киберфизических систем, порядка ввода их в эксплуатацию и гражданский оборот, определения ответственности / В. Б. Наумов, А.В. Незнамов. — М.: ООО «Дентонс Юроп», 2018. — URL: <https://www.dentons.com/ru/whats-different-about-dentons/connecting-you-to-talented-lawyers-around-the-globe/news/2018/november/dentons-submits-results-of-research>. — Текст: электронный.

114. Калиничева, М. М. Техническая эстетика и дизайн. Словарь / М. М. Калиничева. — М.: Академический проспект, 2012. — 356 с.

115. Кане, М. М. Управление качеством продукции машиностроения / М. М. Кане. — М.: Машиностроение, 2010. — 416 с.

116. Карпов, В. Н. Сочинения: в 3 т. / В. Н. Карпов. — Мелитополь: Издательский дом Мелитопольской городской типографии, 2013. — 513 с.

117. Карсунцева, О. В. Формирование и реализация стратегии повышения уровня использования производственного потенциала предприятий машиностроения: дис. ... д-ра экон. наук. / О. В. Карсунцева. — Самара, 2014. — 362 с.

118. Кеплер, И. О шестиугольных снежинках / И. Кеплер. — М.: Наука, 1982.

119. Климович, К. П. Проблемы и перспективы развития машиностроительного комплекса России в условиях рыночной экономики / К. П. Климович, М. А. Одинцова // Экономический журнал. – 2014. – № 4 (36). – С. 16 — 27.

120. Кобзев, В. В. Состояние машиностроительного комплекса, проблемы и особенности воспроизводства основных фондов / В. В. Кобзев, М. К. Измайлов // Организатор производства. – 2017. – Т. 25. №1. – С. 69 — 83.

121. Козырев, Ю. Г. Промышленные роботы. Справочник. 2-е издание, переработанное и дополненное. / Ю. Г. Козырев. – Москва: Машиностроение, 1988. – 392 с.

122. Колесник, П. А. Материаловедение на автомобильном транспорте: учебник для студ. высш. учеб. заведений / П. А. Колесник, В. С. Кланица. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 320 с.

123. Колпаков, С. Г., Мячиков, А.Д. Классификация роботов по использованию, передвижению и компонентам / С. Г. Колпаков, А. Д. Мячиков // Молодой учёный. – 2017. – № 3 (137). – С. 241–243.

124. Конюх, В. Л. Основы робототехники / В. Л. Конюх. – Ростов-на-Дону: «Феникс», 2008. – 281 с.

125. Коробкина, Н. Н. Исследование и разработка информационно-поисковых интерфейсов на основе типологии поведения пользователей: дис. ... канд. тех. наук / Н. Н. Коробкина. – М., 2004. – 169 с.

126. Косилова, А. Г. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т.2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с., ил.

127. Котлер, Ф. Основы маркетинга. Краткий курс. Пер. с англ. / Ф. Котляр. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 656 с., ил.

128. Кочегаров, Б. Е. Промышленный дизайн / Б. Е. Кочегаров. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2006. – 297 с.

129. Кубалова, З. Б. Российские компании на мировом рынке цветных металлов: проблемы и перспективы: дис. ... канд. экон. наук. / З. Б. Кубалова. – М., 2011. – 191 с.
130. Кудрявцев, С. М. Основы проектирования, производства и материалы кузова современного автомобиля: монография / С. М. Кудрявцев, Г. В. Пачурин, Д. В. Соловьев [и др.]; под общей редакцией С.М. Кудрявцева. – Н. Новгород, 2010. – 236 с.
131. Куманин, В. И. Художественное материаловедение по видам материалов / В. И. Куманин, Л. А. Ковалева, Р.М. Лобацкая [и др.]; под общ. ред. профессора Б.М. Михайлова. – М.: МГАПИ, 2005. – 182 с.: ил.
132. Кухта, М. С. Дизайн и технологии / М. С. Кухта. – Томск: STT, 2016. – 170 с.
133. Лаврентьев, А. Н. Эксперимент в дизайне: Источники дизайнерских идей / А. Н. Лаврентьев. – М.: Университетская книга, 2010. – 244 с.
134. Ладыгина, И.В. Философские основания робототехники / И.В. Ладыгина // Гуманитарный вектор. – 2016. – Т.11, № 1. – С. 28-35.
135. Лазарев, Е.Н. Дизайн машин / Е.Н. Лазарев. – Л.: Машиностроение, 1988. – 256 с.: ил.
136. Лазарев, Е.Н. Дизайн: от формы вещи до духа человека / Е.Н. Лазарев // Дизайн для всех. Альманах. – 1992. – №1.
137. Бхаскаран, Л. Дизайн и время. Стили и направления в современном искусстве и архитектуре / Л. Бхаскаран. – М.: Изд-во Арт-Родник, 2005. – 256 с.
138. Ламетри, Ж. О. Сочинения / Ж. О. Ламетри. – 2-е изд. – М.: Мысль, 1983. – 509 с.: ил.
139. Леденева, Е. В. Человек — машина (между Ламетри и Декартом) / Е. В. Леденева // Credo new. – 2010. – № 3. – С. 24-35.
140. Лепешкин, И. А. Классификатор дизайнерских разработок в области транспортного дизайна / И. А. Лепешкин // Известия МГТУ «МАМИ». – 2011. – № 1(11). – С. 59 — 67.

141. Лепешкин, И. А. Определение влияния формообразующих факторов на проектирование концептуальных объектов в транспортном дизайне и алгоритм сквозного дизайн — проектирования / И. А. Лепешкин, Е. В. Матершева // Известия МГТУ «МАМИ». – 2013. – № 2 (16). – С. 285-292.

142. Макаров, И. М. Робототехника: История и перспективы / И. М. Макаров, Ю. И. Топчеев. – М.: Наука; Изд-во МАИ, 2003. – 349 с.

143. Мандел, Т. Разработка пользовательского интерфейса. / Т. Мандел – М.: ДМК Пресс, 2001. – 416 с.

144. Манович, Л. Язык новых медиа. / Л. Манович – М.: Ад Маргинем, 2018. – 400 с.

145. Мантатов, В. В. Образ, знак, условность / В. В. Мантатов – М.: Высшая школа, 1980. – 160 с.

146. Мацкерле, Ю. Современный экономичный автомобиль / Ю. Мацкерле; под ред. А.Р. Бенедиктова. – М.: Машиностроение, 1987. – 320 с.: ил.

147. Методика художественного конструирования / Ю. Б. Соловьев, В. Ф. Сидоренко, Л. А. Кузьмичев [и др.]; Под общ. ред. Ю. Б. Соловьева, В. Ф. Сидоренко и др. – М.: ВНИИТЭ, 1983. – 166 с.

148. Миловский, А. В. Минералогия / А. В. Миловский, О. В. Кононов. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 312 с., ил.

149. Минаев, А. М. Обработка металлов резанием: учебно-методическое пособие / А. М. Минаев. – 2-е изд., стер. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 96 с.

150. Минервин, Г. Б. Архитектоника промышленных форм. Вып. 2 / Г. Б. Минервин. – М.: ВНИИТЭ, 1974. – 180 с.: ил.

151. Мириманов, В. Б. Изображение и стиль: Специфика постмодерна. Стилистика 1950–990х / В. Б. Мириманов. – М.: Российск. гос. гуманит. ун-т, 1998. – 80 с.

152. Мосоров, А. М. Теория дизайна. Проблемы онтологического и методологического знания / А. М. Мосоров, Н. Н. Мосорова. – Екатеринбург: Печатный дом Солярис, 2004. – 412 с.

153. Мунипов, В. М. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учебник / В. М. Мунипов, В. П. Зинченко. – М.: Логос, 2001. – 356 с: ил.

154. Мыльник, В.В. Роботизация промышленного производства на базе искусственного интеллекта / В. В. Мыльник, А. В. Мыльник // Организатор производства. – 2014. – № 3. – С. 5-10.

155. Надыршин, Н.М. Параметризм как стиль в архитектурном дизайне / Н. М. Надыршин// ВЕСТНИК ОГУ. – 2013. – №1 (150). – С. 53-57.

156. Никонов, О.Я. Нейробионика автомобиля на основе методов эволюционного моделирования / О.Я. Никонов, О.А. Подоляка, В.Ю. Улько // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. / М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, ХНАДУ. – Х., 2011. – Вып. 28. – С. 136-140.

157. Норман, Д. А. Дизайн привычных вещей / Д. А. Норман. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 272 с.

158. Обзор рынка черной металлургии / исследовательский центр компании «Делойт» в СНГ. – Москва, 2017. – 24 с.

159. Овчинникова, Р. Ю. Дизайн-проектирование: теоретические основания и специфика / Р. Ю. Овчинникова // Омский научный вестник. – 2012. № 1. – С. 267-270.

160. Одинцов, Д. В. Машиностроительный комплекс России. Проблемы и подходы к их решению / Д. В. Одинцов // ACTUALSCIENCE. – 2016. – Т.2. – № 2. – С. 69-73.

161. Основные термины дизайна. Краткий словарь-справочник / Д.А. Азрикан, Р.О. Антонов, Е.М. Бизунова, Н.А. Букко, Г.Л. Демосфенова и др. – М.: ВНИИТЭ, 1989. – 88 с.

162. Основы методологии проектирования в промышленном дизайне: учеб. пособие / Е. П. Михеева [и др.]; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2014. – 80 с.

163. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / И.С. Степанов, А.Н. Евграфов, А.Л. Карунин и др.; под общ. ред. В.М. Шарипова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 256 с.

164. Останина, П. А. Классификация фактурных поверхностей / П. А. Останина, М. М. Черных. // Дизайн. Материалы. Технология. – 2010. – №3(14). – С. 69-74.

165. Отт, А. Курс промышленного дизайна. Эскиз. Воплощение. Презентация / А. Отт. – М.: Художественно-Педагогическое издательство, 2005. – 160 с.

166. Павлов, А. В. Враги по разуму: робот как революционный субъект / А. В. Павлов // Социология власти. – 2017. – Т. 29. – № 2. – С. 116-132.

167. Павловский, Я. Автомобильные кузова / Я. Павловский. – М.: Машиностроение, 1977. – 544 с., ил.

168. Панеро, Дж. Основы эргономики. Человек, пространство, интерьер / Дж. Панеро, М. Зелник. – М.: АСТ, 2006. – 320 с.

169. Папанек, В. Дизайн для реального мира / В. Папанек. – М.: Издатель Д. Аронов, 2011. – 414 с.

170. Параскевов, А.В. Современная робототехника в России: реалии и перспективы (обзор) / А.В. Параскевов, А.В. Левченко // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – №104(10). – С. 1680-1701.

171. Паутова, Л. А. Тест Тьюринга и визуальное проявление сознания стабильности / Л. А. Паутова // Математические структуры и моделирование. – 2014. – № 3 (31). – С. 78-85.

172. Пегашкин, В. Ф. Методы получения заготовок деталей машин / В. Ф. Пегашкин, Е. В. Пегашкина. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2016. – 81 с.

173. Песков, В. И. Основы эргономики и дизайна: Учеб. пос. / В. И. Песков. – Н. Новгород: Нижегород. гос. тех. ин-т, 2004. – 225 с.

174. Петров, А.П. Основы эргономики и дизайна в автомобилестроении: Учебное пособие / А. П. Петров. – Курган: Изд-во Курганского гос. Ун-та, 2004. – 163 с.

175. Пирайнен, В.Ю. Материаловедческие и технологические основы дизайна художественных и технических изделий: дис. ...доктора тех. наук / В. Ю. Пирайнен. – М., 2005. – 188 с.

176. Полухина, Е. Дизайн социологического исследования: краткий обзор современных практик / Е. Полухина // Современные исследовательские практики в социологии: материалы конференции молодых ученых / ФНИСЦ РАН. – Москва, 2017. – С.45-56.

177. Пономарев, В. А. Архитектурная тектоника / В. А. Пономарев // Динамика исследования. –2008: мат. IV междунар. науч.-практ. конф. – София, 2008. – С. 65-69.

178. Пресс, М. Власть дизайна: Ключ к сердцу потребителя / М. Пресс, Р. Купер. – Минск: Гревцов Паблицер, 2008. – 352 с.

179. Притыкин, Ф.Н. Кодирование геометрической информации при задании модели кинематической цепи исполнительного механизма андроидного робота / Ф. Н. Притыкин, А. Ю. Осадчий // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2014. – № 2 (102). – С. 50-54.

180. Притыкин, Ф.Н. Способ кодирования информации при задании геометрических моделей исполнительных механизмов роботов / Ф. Н. Притыкин, А. Ю. Осадчий // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 2. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2363>.

181. Прищепа, М.В. Модели интерактивного взаимодействия / М. В. Прищепа, А. Л. Ронжин // Доклады ТУСУР. – 2013. – № 2 (28). – С.136-141.

182. Проектирование и моделирование промышленных изделий: Учеб. для вузов / С. А. Васин, А. Ю. Талашук, В. Г. Бандорин, Ю. А. Грабовенко, Л. А.

Морозова, В. А. Редько; Под ред. С. А. Васина, А. Ю. Талашука. – М.: Машиностроение-1, 2004. – 692 с., ил.

183. Радлов, Э. Л. Этика. История греческой этики до Аристотеля / Э. Л. Радлов. – СПб.: Наука, 2002. – 320 с.

184. Раппопорт, А. Проект и время / А. Раппопорт // Проблемы дизайна-2: сб. ст. под ред. В.Л. Глазычева. – М.: Архитектура-С, 2004. – С. 22-47.

185. Рело, Ф. Техника и ее связь с задачей культуры / Ф. Рело. – СПб., 1885.

186. Рёскин, Д. Этика пыли / Д. Рёскин. Пер. Л.П. Никифорова под редакцией А. Шафран. Послесловие К. Кобрина. – М.: Ад Маргинем Пресс, 2015. – 152 с.

187. Розанов, Н. Е. Итальянская школа автомобильного дизайна / Н. Е. Розанов. – Москва: МГХПА им. С. Г. Строганова, 2014. – 219 с.: ил.

188. Романовский, В.П. Справочник по холодной штамповке. / В. П. Романовский. – 6-е изд., перераб, и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1979. – 520 с., ил.

189. Российский статистический ежегодник. 2018: Стат. сб. / Росстат. – М., 2018. – 717 с.

190. Росстандарт: сайт. – URL: <https://www.gost.ru/portal/gost/> (дата обращения 01.08.2019). – Текст: электронный.

191. Рунге, В. Ф. Основы теории и методологии дизайна / В.Ф. Рунге. – М., 2003. – 100 с.

192. Рунге, В. Ф. Эргономика в дизайн-проектировании: Учебн. Пособие / В. Ф. Рунге. – М.: МЭИ (ТУ), 1999. – 100 с.

193. Руссо, Ж.-Ж. Избранное. В 3-х томах / Ж.-Ж. Руссо. – М.: Книговек, 2018. – 2128 с.

194. Савченко, В. А. Современное состояние и динамика развития отрасли машиностроения России / В. А. Савченко // Проблемы науки. – 2018. – № 5 (29). – С. 78-80.

195. Саймон, Г. Науки об искусственном / Г. Саймон. – Изд. 2-е. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 144 с.
196. Сербин, В. А. Проблема визуальной коммуникации в социальной робототехнике / В.А. Сербин // Гуманитарная информатика: сб. статей / под ред. Г.В. Можяевой, Н.Н. Зильберман. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2014. – Вып.8 (специальный выпуск). – С. 72-83.
197. Скопин, И. Н. Разработка интерфейсов программных систем / И. Н. Скопин // Системная информатика. – 1998. – № 6. – С. 123 — 173.
198. Соколов, Б. В. Неокибернетика в современной структуре системных знаний / Б. В. Соколов, Р. М. Юсупов // Робототехника и техническая кибернетика. – 2014. – № 2(3). – С. 3-11.
199. Соколова, М. Л. Металлы в дизайне / М. Л. Соколова. – М.: МИСИС, 2003. – 168 с.
200. Степанов, В. В. Справочник сварщика. / В. В. Степанов – 3-е изд. – М.: Машиностроение, 1975. – 520 с.
201. Стратегия развития станкоинструментальной промышленности до 2030 года // Министерство промышленности и торговли Российской Федерации: сайт. – URL: <http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/docs/strategy/project.pdf> (дата обращения: 01.05.2019). – Текст: электронный.
202. Стратегия развития тяжелого машиностроения на период до 2020 года // Министерство промышленности и торговли Российской Федерации: сайт. – URL: http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Proekt_Aktualizirovannoy_strategii.doc (дата обращения: 01.05.2019). – Текст: электронный.
203. Стругацкий, А. Н. Хищные вещи века / А. Н. Стругацкий, Б. Н. Стругацкий. – М.: АСТ, 2016. – 256 с.
204. Сырямкин, В. И. Информационные системы в мехатронике: учеб. пособие / В. И. Сырямкин. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 440 с.

205. Тимофеев, А. В. Роботы и искусственный интеллект / А. В. Тимофеев. – М.: Наука, 1978. – 192 с.
206. Толстой, Л. Н. Избранные философские произведения / Л. Н. Толстой. – М.: Просвещение, 1992. – 528 с.
207. Тьюринг, А. Может ли машина мыслить? / А. Тьюринг. – М.: Гос. изд-во физ.- мат. лит., 1960. – 67 с.
208. Тьялве, Э. Краткий курс промышленного дизайна / Э. Тьялве. – М.: Машиностроение, 1984. – 200 с.
209. Тюрин, Д. В. Маркетинговые исследования: учебник для бакалавров / Д. В. Тюрин. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 342 с.
210. Умняшкин, В. А. Эксплуатационные свойства автомобиля: Учебное пособие по дисциплине «Теория автомобиля» / В. А. Умняшкин, В. В. Сазонов, Н. М. Филькин. – Ижевск: Издательство ИжГТУ, 2002. – 180 с.
211. Устинов, А. Г. Связь кафедры промышленного искусства с промышленностью и социокультурной сферой / А. Г. Устинов // Уральская школа дизайна: опыт подготовки дизайнеров в Свердловском архитектурном институте. – М.: ВНИИТЭ, 1989. – С. 43- 69.
212. Устинов, А. Г. Цвет в производственной среде / А. Г. Устинов. – М.: ВНИИТЭ, 1967. – 100 с.
213. Фатхутдинов, Р. А. Стратегическая конкурентоспособность России / Р. А. Фатхутдинов // Стандарты и качество. – 2003. – №5. – С. 52-58.
214. Федотовских, А. В. Интегрированные маркетинговые коммуникации бытовой робототехники или как продать лучшего друга / А. В. Федотовских // Портал научно-практических публикаций: сайт. – URL: <http://portalnp.ru/wp-content/uploads/2013/09/IMK-Robototehniki-Fedotovskih-AV.pdf> (дата обращения: 01.05.2019). – Текст: электронный.
215. Фентон, Дж. Несущий каркас кузова автомобиля и его расчет. / Дж. Фентон; под ред. Э.И. Григолюка. – М.: Машиностроение, 1984. – 200 с., ил.

216. Хаминаова, А. А. Эстетика в дизайне социальных роботов / А.А. Хаминаова, Э.Р. Симонова // Гуманитарная информатика: сб. статей / под ред. Г.В. Можяевой, Н.Н. Зильберман. – Томск: Изд- во Том. ун- та, 2014. – Вып.8 (специальный выпуск). – С. 84- 92.

217. Харитонов, В.А. Методика выбора конкурентоспособных производственных процессов / В. А. Харитонов, И.М. Петров // Качество в обработке материалов. – 2016. – №1 (5). – С. 25-27.

218. Хачатурянц, А. История гигантских роботов: О нарушении законов робототехники / А. Хачатурянц // Популярная механика. – 2005. – №7.

219. Хорошев, А. Н. Введение в управление проектированием механических систем: Учебное пособие. / А. Н. Хорошев. – Белгород, 1999. – 372 с.

220. Цариченко, С. Г. Экстремальная робототехника в МЧС России – задачи и перспективы / С. Г. Цариченко // Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza. – 2012. – № 28. – С. 97-105.

221. Цыганкова, Э. Г. У истоков дизайна: (Машины и стили) / Э. Г. Цыганкова. – М.: Наука, 1977. – 112 с., ил.

222. Чапек, К. Собрание сочинений в семи томах. Том 4. Пьесы / К. Чапек. – М.: Художественная литература, 1976. – 608 с.

223. Чернихов, Я. Г. Конструкция архитектурных и машинных форм / Я. Г. Чернихов. – Ленинград: Изд- во ООО "Аватар", 1931. – 232 с.

224. Чернихов, Я. Г. Основы современной архитектуры: Экспериментально-исследовательские работы / Я. Г. Чернихов. – Ленинград: Издание Ленинградского общества архитекторов, 1930. – 123 с., ил.

225. Черных, М. М. Эстетика неровностей поверхности изделий в художественном материаловедении / М. М. Черных, В. В. Сергеева // Дизайн. Материалы. Технология. – 2008 – №1(4). – С. 22-25.

226. Чернышева, В. 10 ярких роботов в мировом кино / В. Чернышева // Российская газета: сайт. – URL: <https://rg.ru/2015/07/08/roboty> — site.html (дата обращения: 01.05.2018). – Текст: электронный.

227. Шандаров, Е. С. Анализ поведения робота-ассистента в рамках разработки сценариев взаимодействия робот-ребенок / Е. С. Шандаров, А. Н. Зими́на, П. С. Ермакова // Гуманитарная информатика: сб. статей / под ред. Г.В. Можяевой, Н.Н. Зильберман. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2014. – Вып.8 (специальный выпуск). – С. 52-64.

228. Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. – М.: Эксмо, 2016. – 208 с.

229. Шекли, Р. Миры Роберта Шекли / Р. Шекли. Рига: Полярис, 1994. – 3712 с.

230. Шелли, М. Франкенштейн, или Современный Прометей / М. Шелли. – СПб.: Азбука-классика, 2004. – 320 с.

231. Шилехина, М. С. Осмысление роли дизайнера в развитии производственной практики современного общества / М. С. Шилехина // Культурное наследие России. – 2015. – № 1. – С. 30-36.

232. Шмидт, М. Эргономические параметры / М. Шмидт; под ред. В.М. Мунипова. – М.: Мир, 1980. – 237 с.

233. Штробель, В. Современный автомобильный кузов. / В. Штробель; под ред. Л.И. Вихко. – М.: Машиностроение, 1984. – 264 с., ил.

234. Шубников, А. В. Основы кристаллографии / А. В. Шубников, Г. Б. Бокий, Е. Е. Флинт. – Ленинград: издательство Академии наук СССР, 1940. – 503 с.

235. Шутеев, В.А. Проблема выбора технологического обеспечения для предприятий машиностроительного комплекса / В. А. Шутеев, А. Е. Бром // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2012. – № 2 (19). – С. 74–85.

236. Юревич, Е. И. Основы робототехники / Е. И. Юревич. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.: ил.
237. Юревич, Е. И. Сенсорные системы в робототехнике: учеб. пособие. / Е. И. Юревич. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 100 с.
238. Ющенко, А. С. Человек и робот – совместимость и взаимодействие / А. С. Ющенко // Робототехника и техническая кибернетика. – 2014. – № 1(2). – С. 4-9.
239. Ядов, В. А. Стратегия социологического исследования: описание, объяснение, понимание социальной реальности / В. А. Ядов. – 3-е изд., испр. – Москва: Омега-Л, 2007. – 567 с.
240. Яковлев, А. Г. О современном состоянии и тенденциях применения новых материалов и технологий в конструкциях беспилотных летательных аппаратов / А. Г. Яковлев, Д. Е. Баранов, М. Д. Шишкин. // Вектор науки ТГУ. – № 1. – 2014. – С. 71-74.
241. ISO 13482:2014 Robots and robotic devices — Safety requirements for personal care robots.
242. ISO 18646-1:2016 Robotics-Performance criteria and related test methods for service robots-Part 1: Locomotion for wheeled robots.
243. ISO 18646-2:2019 Robotics-Performance criteria and related test methods for service robots-Part 2: Navigation.
244. ISO 19649:2017 Mobile robots — Vocabulary.
245. ISO 8373:2012 Robots and robotic devices – Vocabulary. Edition 2 // ISO/TC 299 Robotics. – Publishing date: 2012 — 03. – 38 p.
246. ISO 9787:2013 Robots and robotic devices — Coordinate systems and motion nomenclatures.
247. ISO Международная организация по стандартизации: сайт. – URL: <https://www.iso.org/ru/home.html> (дата обращения 01.08.2019). – Текст: электронный.

248. ISO TC 299 Robotics \ Официальный сайт Международной организации по стандартизации: сайт. – URL: <https://committee.iso.org/home/tc299> (дата обращения: 01.03.2019). – Текст: электронный.

249. ISO TR 23482-2:2019 Robotics-Application of ISO 13482-Part 2: Application guidelines.

250. ISO TS 15066:2016 Robots and robotic devices — Collaborative robots.

251. Antipina, E.V. Classification system of shaping characteristics of personal service robots / E.V. Antipina, K.S. Ivshin // International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies. – 2019. – Vol.10 (14). – P. 1-9.

252. Antipina E.V. The Particular Qualities of Robotics Shaping / E.V. Antipina, K.S. Ivshin // Mathematical Design & Technical Aesthetics. – 2014. – Vol. 2. – № 1. – p. 54-70.

253. Robotics: Appin Knowledge Solutions. – Hingham, Massachusetts, New Delhi: Infinity Science Press LLC, 2007. – 343 p.

254. Breazeal, C. Social interactions in HRI: the robot view / C. Breazeal // Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on. 2004. – Vol. 34, № 2. – P. 181–186.

255. Cain, J. Experience-based design: towards a science of artful business innovation / J. Cain // Design Management Journal. – 1998. – Vol. 9 (4). – P. 10-16.

256. Coyne, R. Designing Information Technology in the Postmodern Age: From Method to Metaphor / R. Coyne. – Cambridge, Mass.: MIT Press, 1995. – 399 p.

257. Qualitative Research Designs: Selection and Implementation / J. W. Creswell, W. E. Hanson, V. L. Clark Plano, A. Morales // Counseling Psychologist. – 2007. – Vol. 35, № 2. – P. 236–264.

258. Dant, T. Material Culture In the Social World / T. Dant. – Buckingham: Open University Press. – 1999. – P. 55- 56.

259. Hobsbawm, E. The Age of Extremes: A History of the World, 1914-1991 / E. Hobsbawm. – New York: Vintage, 1996 – 627 p.

260. Executive Summary World Robotics 2018 // International Federation of Robotics: сайт. – URL: https://ifr.org/img/office/Sales_Flyer_World_Robotics_2019_web.pdf (дата обращения: 01.08.2019). – Текст: электронный.

261. Executive Summary World Robotics 2018 Service Robots // International Federation of Robotics: сайт. – URL: https://ifr.org/downloads/press2018/Executive_Summary_WR_Service_Robots_2018.pdf (дата обращения: 01.08.2019). – Текст: электронный.

262. Global Map // The Robot Report: сайт. – URL: <https://www.therobotreport.com/map/> (дата обращения: 01.08.2019). – Текст: электронный.

263. Taniguchi Takuya. Great potential as soft robotic material of the future / Takuya Taniguchi, Haruki Sugiyama, Hidehiro Uekusa, Motoo Shiro, Toru Asahi and Hideko Koshima. – Текст: электронный // Waseda University: сайт. – URL: <https://www.waseda.jp/top/en-news/57241> (дата обращения 01.08.2019).

264. Hegel, F. Understanding social robots / F. Hegel // Advances in Computer-Human Interactions – 2009. ACHI'09. Second International Conferences on. IEEE, 2009. – P. 169–174.

265. Petroski, H. The Evolution of Useful Things: How Everyday Artifacts – From Forks and Pins to Paper Clips and Zippers – Came to be as they are / H. Petroski. – Alfred A. Knopf, 1992. – 304 p.

266. International Federation of Robotics: сайт. – URL: <https://ifr.org/> (дата обращения: 01.03.2019). – Текст: электронный.

267. Jacobs, T. Safety requirements and standardization for robots: software do's and don'ts / T. Jacobs // Papers of 2016 ROS – Industrial Training and Conference. – Germany, Stuttgart: Fraunhofer IPA, 2016.

268. Kurfess, T. R. Robotics and automation handbook / T. R. Kurfess. – Boca Raton, London, New York, Washington, D.C.: CRC PRESS, 2005. — 579 p.

269. Luminet, J-P. Science, art and geometrical imagination / J-P Luminet // The Role of Astronomy in Society and Culture, Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium. – 2011. – Vol. 260. – P. 248-273.

270. Mathia, K. Robotics for Electronics Manufacturing: Principles and Applications in Cleanroom Automation. / K. Mathia. – Cambridge University Press, 2010. – 245 с.

271. Morgan, D. Integrating Qualitative and Quantitative Methods: A Pragmatic Approach. / D. Morgan. – Thousand Oaks, California: SAGE Publications, Inc., 2014. – 288 p.

272. Takahashi, D. Nissan Design works with Haptx to bring realistic touch to VR vehicle design / D/ Takahashi. – Текст: электронный // Venturebeat: сайт. – URL: <https://venturebeat.com/2019/03/14/nissan-design-works-with-haptx-to-bring-realistic-touch-to-vr-vehicle-design/> (дата обращения 01.08.2019).

273. Nourbakhsh, I. R. Robot Futures / I. R. Nourbakhsh. – The MIT Press, USA, 2013. – 160 p.

274. Österlund, T. Methods for morphogenesis and ecology in architecture - Designing the Bothnian Bay cultural center / T. Österlund. – KopioNiini Oy, Tampere, Finland 2010. – 64 p.

275. POLIMERPORTAL: сайт. – URL: <http://www.polimerportal> (дата обращения 01.08.2019). – Текст: электронный.

276. POLIMERY.RU: сайт. – URL: http://www.polymery.ru/letter.php?n_id=1952 (дата обращения 01.08.2019). – Текст: электронный.

277. Rolf, P. New Robotics: Design Principles for Intelligent Systems / P. Rolf, F. Iida, J. Bongard // Artificial Life on New Robotics, Evolution and Embodied Cognition. – 2003. – С. 99 — 120.

278. Saha, S. K. Introduction to robotics. / S. K. Saha. – The Tata McGraw – Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 2008. – 374 p.

279. Solis, J. Human-Friendly Robots for Entertainment and Education / J. Solis // *Service Robots and Robotics: Design and Application: Design and Application* / Marco Ceccarelli, editor. – IGI Global, 2014. – P. 130-153.

280. Kline, S. The Machine Tool Industry Is Booming Globally / S. Kline. – Текст: электронный // *Modern Machine Shop*: сайт. – URL: <https://www.mmsonline.com/articles/the-machine-tool-industry-is-boomingglobally> (дата обращения: 01.05.2019).

281. Ulrich, K. T. *Product Design and Development* / K. T. Ulrich, S. D. Eppinger. – 5th ed. – NMcGraw – Hill, 2011. – 432 p.

282. USA, Industrial College of the Armed Force. National Defence University. Fort McNair. Final Report. Robotics and Autonomous Systems Industry. – Washington, DC 20319 — 5062, 2011. – 46 с.

283. World Machine Tool Survey, 2016 – Текст: электронный // Gardner Research: сайт. – URL: <https://www.gardnerweb.com/cdn/cms/2016%20WMTS%20Report.pdf> (дата обращения 01.08.2019).

284. Zielinska, T. History of Service Robots / T. Zielinska // *Service Robots and Robotics: Design and Application: Design and Application* / Marco Ceccarelli, editor. – IGI Global, 2014. – P. 1- 14.

285. Zielinska, T. Professional and Personal Service Robots / T. Zielinska // *International Journal of Robotics Applications and Technologies (IJRAT)*, 2016. – Vol. 4. – Issue 1. – 20 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Таблица А.1 – Объекты сервисной персональной робототехники

| № | Разработчик / производитель | Наименование / модель | Тип / Область применения |
|----|--------------------------------|---|-----------------------------|
| 1 | Selements Robotics | Nannybot | Робот-ассистент |
| 2 | ADA | ADA | Робот-ассистент |
| 3 | Aelous | Aelous | Робот-ассистент |
| 4 | Aevena | Aire | Робот-домашний охранник |
| 5 | Agerris | SwagBot | Робот для работ по дому |
| 6 | Agility Robotics | Digit | Робот-ассистент |
| 7 | AirBNB | BANDI | Робот-ассистент |
| 8 | AKA | Musio | Робот-ассистент |
| 9 | ALBOHES | Z5 | Робот для работ по дому |
| 10 | Alibaba | Tmall Genie X1 | Робот-ассистент |
| 11 | Alphabet | Alphabet X | Робот для работ по дому |
| 12 | AltruBots | AltruBots | Робот для работ по дому |
| 13 | Amaryllo | Home security | Робот-домашний охранник |
| 14 | Amaryllo | iCamPRO FHD | Робот-домашний охранник |
| 15 | Amaryllo | ATOM AR3 | Робот-домашний охранник |
| 16 | Amazon | Scout | Робот-ассистент |
| 17 | Amazon | Echo | Робот-ассистент |
| 18 | Ambrogio | L400i B | Робот для работ по дому |
| 19 | Amigo Robotics | One | Робот для обучения |
| 20 | Amoeba Energy | Soft | Робот-ассистент |
| 21 | Angee | Home security | Робот-домашний охранник |
| 22 | Anki | Cozmo | Робот для развлечений |
| 23 | Anki | Vector | Робот-ассистент |
| 24 | Anthouse | Anthouse | Робот-ассистент |
| 25 | Anthouse Technology | Pet Companion | Робот-ассистент |
| 26 | ANYbotics | ANYmal C | Робот-ассистент |
| 27 | Apple | HomePod | Робот-ассистент |
| 28 | ARCHOS | Hello | Робот-ассистент |
| 29 | ARCHOS | Mate | Робот-ассистент |
| 30 | Arlo | Home security | Робот-домашний охранник |
| 31 | Asus | Zenbo | Робот-ассистент |
| 32 | Beetl | Beetl | Робот-ассистент |
| 33 | Berkeley | Salto | Робот для развлечений |
| 34 | Big Clapper | Big Clapper | Робот-ассистент |
| 35 | Blue Frog Robotics | Buddy | Робот-ассистент |
| 36 | bObsweep | bObi | Робот для работ по дому |
| 37 | BOCCO | Emo | Робот для развлечений |
| 38 | Boddenly | Baby Car | Робот-домашний охранник |
| 39 | Bradex | Star Wars BB-8 | Робот для развлечений |
| 40 | Brookstone | Rover Land and Sea Amphibious RC Car | Робот для развлечений |

| | | | |
|----|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| 41 | Carlo Ratti / Olafur Eliasson | Dubbed Scribit | Робот-ассистент |
| 42 | CatNani | CatNani | Робот-ассистент |
| 43 | Cerevo Store | Tipron | Робот-ассистент |
| 44 | Chasing Innovations | Gladius | Робот для развлечений |
| 45 | Chiba | CanguRo | Робот-ассистент |
| 46 | CIT | Rollbot | Робот для развлечений |
| 47 | CleverPet | CleverPet | Робот-ассистент |
| 48 | clubcar | Tempo Walk | Робот-ассистент |
| 49 | Coca-Cola | Coca-Cola Beverage Robot | Робот-ассистент |
| 50 | Cubroid | Artibo | Робот для развлечений |
| 51 | Dan Shapiro | Robotiky | Робот для обучения |
| 52 | Dawn Studio | Franken | Робот-ассистент |
| 53 | Design3 | Carl | Робот-домашний охранник |
| 54 | Diligent Robotics | Moxi | Робот-ассистент |
| 55 | DJI | RoboMaster S1 | Робот для обучения |
| 56 | Dmitry Pogorelov | Servvan | Робот-ассистент |
| 57 | Domino's | DRU AI | Робот-ассистент |
| 58 | Domino's | Nuro | Робот-ассистент |
| 59 | Domino's | DOM | Робот-ассистент |
| 60 | Dronyx | Solarino | Робот для работ по дому |
| 61 | Dyson | 360 Eye | Робот для работ по дому |
| 62 | EcoMow | EcoMow | Робот для работ по дому |
| 63 | Ecovacs Robotics | Winbot | Робот для работ по дому |
| 64 | Educational Insights | Artie 3000 | Робот для обучения |
| 65 | Electrolux | Vacuum Cleaner | Робот для работ по дому |
| 66 | Electrolux | Fabric Assistances | Робот для работ по дому |
| 67 | Electrolux | Air Globe | Робот для работ по дому |
| 68 | Electrolux | Poktu | Робот-ассистент |
| 69 | Elephant Robotics | MarsCat | Робот для развлечений |
| 70 | Emoshape | EmoSPARK | Робот-ассистент |
| 71 | Empath Interactive | Elfkins | Робот для развлечений |
| 72 | enabot | Ebo | Робот для развлечений |
| 73 | e-Novia | YAPE | Робот-ассистент |
| 74 | Erector | Spykee | Робот-домашний охранник |
| 75 | ESCAM | QN02 | Робот-домашний охранник |
| 76 | ESCAM | 9600P | Робот-домашний охранник |
| 77 | Eufy | RoboVac R450 | Робот для работ по дому |
| 78 | FAU | Astro | Робот-ассистент |
| 79 | FedEx | SameDay | Робот-ассистент |
| 80 | Flash Robotics | EMYS | Робот для обучения |
| 81 | Flower Robotics Inc | Patin | Робот-ассистент |
| 82 | FoldiMate | FoldiMate | Робот для работ по дому |
| 83 | Fribo | Fribo | Робот-ассистент |
| 84 | Friendly Robotics | Robomow RC304 | Робот для работ по дому |
| 85 | Furhat Robotics | Furhat | Робот-ассистент |
| 86 | gadgetify | Star Wars D-O Remote Control Droid | Робот для развлечений |
| 87 | Gardena | R80Li Robotic | Робот для работ по дому |
| 88 | GardenSpace | GardenSpace | Робот для работ по дому |

| | | | |
|-----|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| 89 | GEARBUGS CORPORATION | Armz' DIY Smart Toy | Робот для развлечений |
| 90 | GIT | Shimi | Робот-ассистент |
| 91 | GIT | PR2 | Робот-ассистент |
| 92 | Google | Home Robot | Робот-ассистент |
| 93 | Google ZOO | Blossom | Робот-ассистент |
| 94 | Goshoppal | ShopPal | Робот-ассистент |
| 95 | Groove X | Lovot | Робот-ассистент |
| 96 | GuardBot Inc | GuardBot | Робот-домашний охранник |
| 97 | Halodi Robotics | EVE r3 | Робот-ассистент |
| 98 | Hanson Robotics | Little Sophia | Робот-ассистент |
| 99 | Herrera | Bladeless Drone | Робот для развлечений |
| 100 | HEXBUG | BattleBot | Робот для развлечений |
| 101 | HomeVP | Robomows | Робот для работ по дому |
| 102 | Honda | Miimo | Робот для работ по дому |
| 103 | Honda | E3-D18 | Робот-ассистент |
| 104 | Honda | E3-A18 | Робот-ассистент |
| 105 | Honda | E3-C18 | Робот-ассистент |
| 106 | Honda | E3-B18 | Робот-ассистент |
| 107 | Husqvarna | Automower | Робот для работ по дому |
| 108 | iCLEBO | Omega | Робот для работ по дому |
| 109 | IKAP Robotics | Olive | Робот-ассистент |
| 110 | iPATROL | Riley V2 | Робот-домашний охранник |
| 111 | iRobot | Create 2 | Робот для обучения |
| 112 | iRobot | Terra | Робот для работ по дому |
| 113 | iRobot | Bravaa Jet M6 | Робот-ассистент |
| 114 | iRobot | Roomba S9+ | Робот для работ по дому |
| 115 | Iron Ox | Farms Yields | Робот для работ по дому |
| 116 | Jamor | Home Patrol Robot | Робот-домашний охранник |
| 117 | Jamor | Home Patrol Robot | Робот-домашний охранник |
| 118 | Jamor | Home Patrol Robot | Робот-домашний охранник |
| 119 | Jamor | Home Patrol Robot | Робот-домашний охранник |
| 120 | Jamor | Home Patrol Robot | Робот-домашний охранник |
| 121 | Japan's Konan University | AIchan and GONta | Робот для развлечений |
| 122 | JIBO | JIBO | Робот-ассистент |
| 123 | Joba Design | Chuck | Робот-ассистент |
| 124 | JOOLA | JOOLA | Робот для развлечений |
| 125 | Kärcher | RLM 4 | Робот для работ по дому |
| 126 | Keecker | Keecker | Робот для развлечений |
| 127 | Keyi Tech | Clicbot | Робот для обучения |
| 128 | Kinderlab Robotics | Kibo | Робот для обучения |
| 129 | Kiwibot | CLOU Pro | Робот-ассистент |
| 130 | Kiwibot | Delivery Robot | Робот-ассистент |
| 131 | Knightscope | Knightscope K7 | Робот-домашний охранник |
| 132 | Knightscope | HP RoboCop | Робот-домашний охранник |
| 133 | KUBO Robotics | KUBO | Робот для обучения |
| 134 | Leka | Leka | Робот-ассистент |
| 135 | Lely | Lely Vector | Робот-ассистент |
| 136 | LG | XBOOM AI ThinQ | Робот для развлечений |
| 137 | LG | CordZero R9 | Робот для работ по дому |

| | | | |
|-----|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 138 | LG | Rolling Bot | Робот-домашний охранник |
| 139 | LG | Hub Robot | Робот-ассистент |
| 140 | LG | CLOi | Робот-ассистент |
| 141 | Libelium | MySignals | Робот-ассистент |
| 142 | Line | Champ | Робот-ассистент |
| 143 | littleBits | Star Wars Droid | Робот для развлечений |
| 144 | Loulou & Tummie | Wooden Robot | Робот для развлечений |
| 145 | LuxAI | Qtrobot | Робот-ассистент |
| 146 | Mabot | Mabot | Робот для обучения |
| 147 | Mamibot | Glassbot | Робот для работ по дому |
| 148 | Marble | Marble | Робот-ассистент |
| 149 | Mattel | Aristotle by Nabi | Робот для обучения |
| 150 | mayfield robotics | Kuri | Робот-ассистент |
| 151 | Mclimate | Maya | Робот для работ по дому |
| 152 | Mira Robotics | Ugo | Робот-ассистент |
| 153 | MIRAVAC | Vacuum Cleaner | Робот для работ по дому |
| 154 | MIT | Mini Cheetah | Робот для развлечений |
| 155 | MIT | M-Block | Робот-ассистент |
| 156 | MIT Media Lab | Elowan | Робот для работ по дому |
| 157 | MJI | Tapia AI | Робот-ассистент |
| 158 | MOAI | MOAI | Робот для работ по дому |
| 159 | Mocoro | Mocoro | Робот для работ по дому |
| 160 | Mod Robotics | MOSS | Робот для обучения |
| 161 | Moneual Inc | Everybot RS500 | Робот для работ по дому |
| 162 | MontyCafe | Monty | Робот-ассистент |
| 163 | Moorebot | MB01 | Робот-ассистент |
| 164 | Morpx | MoonBot | Робот для обучения |
| 165 | Mundi | Vacuum Cleaner | Робот для работ по дому |
| 166 | Mysty Robotics Inc | Misty II | Робот-ассистент |
| 167 | NASA | PUFFER | Робот-ассистент |
| 168 | Neato | XV Signature Pro | Робот для работ по дому |
| 169 | Neuromech | Darwin Mini | Робот для обучения |
| 170 | New Era AI Robotic Inc. | M01 | Робот-ассистент |
| 171 | New Era AI Robotic Inc. | C01-K | Робот-ассистент |
| 172 | New York Toy Fair | Scout | Робот для развлечений |
| 173 | Nexus Robot | 10018 | Робот-ассистент |
| 174 | Ohbot | Picoh | Робот-ассистент |
| 175 | Orbii | Home security | Робот-домашний охранник |
| 176 | Origin Robotics | Origibot2 | Робот-ассистент |
| 177 | Peeqo | Peeqo | Робот-ассистент |
| 178 | PepsiCo | Hello Goodness 'snackbot' | Робот-ассистент |
| 179 | Piaggio Fast Forward | Gita | Робот-ассистент |
| 180 | piBo | PiBo | Робот-ассистент |
| 181 | Picnic | Picnic | Робот-ассистент |
| 182 | PLEN Robotics | Cube | Робот-ассистент |
| 183 | Polaris | PVCR 0930 SmartGo | Робот для работ по дому |
| 184 | Postmates | Serve | Робот-ассистент |
| 185 | Preferred Networks Inc | PFN | Робот для работ по дому |
| 186 | Promobot | Хелпер | Робот-ассистент |
| 187 | PuduTech | BellaBot | Робот-ассистент |

| | | | |
|-----|-----------------------|-----------------|-------------------------|
| 188 | Puppyoo Team | R6 Home | Робот для работ по дому |
| 189 | Rana Alper | Tody | Робот для работ по дому |
| 190 | Really R.A.D Robots | Mibro | Робот для развлечений |
| 191 | Rice Mak | DUCK | Робот-ассистент |
| 192 | RMIT | Arm-A-Dine | Робот-ассистент |
| 193 | Robby technologies | Ray | Робот-ассистент |
| 194 | Robo Dynamics | Luna | Робот-ассистент |
| 195 | Robocare | Bomy II | Робот-ассистент |
| 196 | Robolink | Zumi-car | Робот для развлечений |
| 197 | Roboming Fellow | Roboming Fellow | Робот-ассистент |
| 198 | RoboteX | Avatar III | Робот-домашний охранник |
| 199 | ROCKUBOT | ROCKUBOT | Робот-ассистент |
| 200 | RoMeLa | ALPHRED 2 | Робот-ассистент |
| 201 | Romotive | Romo | Робот для развлечений |
| 202 | Roobo | Pudding BeanQ | Робот для развлечений |
| 203 | Roobo | Pet Robot | Робот-ассистент |
| 204 | Roybi | Roybi | Робот для обучения |
| 205 | Samsung | Bot Air | Робот для работ по дому |
| 206 | Samsung | Bot Care | Робот-ассистент |
| 207 | Samsung | Bot Retail | Робот-ассистент |
| 208 | Samsung | Ballie | Робот-ассистент |
| 209 | Samsung | Powerbot VR9000 | Робот для работ по дому |
| 210 | Savioke | Elvis | Робот-ассистент |
| 211 | Seer | SEER | Робот-ассистент |
| 212 | Sego | Sego | Робот-ассистент |
| 213 | Segway | Loomo | Робот-ассистент |
| 214 | Segway Robotics | Loomo Go | Робот-ассистент |
| 215 | Shark Clean | ION | Робот для работ по дому |
| 216 | Shark Clean | IQ | Робот для работ по дому |
| 217 | Sharp | RoBoHon | Робот-ассистент |
| 218 | skymee | Owl | Робот-ассистент |
| 219 | Slant 3D | LittleBot Plus | Робот для развлечений |
| 220 | SmartAll | AI Butler | Робот-домашний охранник |
| 221 | Snips | Snips AIR | Робот-ассистент |
| 222 | SoftBank Robotics | Whiz | Робот для работ по дому |
| 223 | Solenica | Caia | Робот-ассистент |
| 224 | Somnox | Somnox | Робот для развлечений |
| 225 | Sony | Aibo | Робот-ассистент |
| 226 | Sony | Xperia Hello | Робот-ассистент |
| 227 | Sphero | BOLT | Робот для обучения |
| 228 | Sphero | Mini | Робот для обучения |
| 229 | Sphero | RVR | Робот для обучения |
| 230 | Sphero | Misty | Робот-ассистент |
| 231 | Stanford University | JackRabbit 2 | Робот-ассистент |
| 232 | Stanley Robotics | Stanley | Робот-ассистент |
| 233 | Starship Technologies | Delivery Robot | Робот-ассистент |
| 234 | Starship Technologies | DoorDash | Робот-ассистент |
| 235 | STEM Education | IronBot Chap | Робот для обучения |
| 236 | STEM Education | ROBOPAL | Робот для обучения |
| 237 | Sugoi | RC Sugoi Mop | Робот для работ по дому |

| | | | |
|-----|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 238 | Suitable Technologies | Beam System Remote Technology | Робот-ассистент |
| 239 | Super Droid Robots | TP-170-052 | Робот-домашний охранник |
| 240 | Swift Stream | Robobuddy | Робот-домашний охранник |
| 241 | TABO | TABO | Робот для развлечений |
| 242 | Taco Bell's | TacoBot | Робот для обучения |
| 243 | TeleRetail | Delivery Robot | Робот-ассистент |
| 244 | Telexistence | Model H | Робот для развлечений |
| 245 | Temi | Temi | Робот-ассистент |
| 246 | Tennibot | Tennibot | Робот-ассистент |
| 247 | Tesla | Vacuum Cleaner | Робот для работ по дому |
| 248 | The Kolony Robotic | MIA | Робот-ассистент |
| 249 | Think | think | Робот-ассистент |
| 250 | Thyssenkrupp | Elevator | Робот-ассистент |
| 251 | Tombot | Pupp | Робот-ассистент |
| 252 | Toshiba | Sumabo | Робот для работ по дому |
| 253 | Toyota | Human Support Robo | Робот-ассистент |
| 254 | Trifo | Ironpie | Робот для работ по дому |
| 255 | UBTech | Alpha | Робот-ассистент |
| 256 | Ubtech | Ubtech | Робот для развлечений |
| 257 | Unirobot | Unibo | Робот-ассистент |
| 258 | Unitree Robotics | Laikago | Робот для развлечений |
| 259 | Unmanned Solution | LoGi | Робот-ассистент |
| 260 | unodopo | UNO | Робот для обучения |
| 261 | Varram System | VARRAM | Робот для развлечений |
| 262 | Varram System | Appbot Riley | Робот-домашний охранник |
| 263 | VAVA | VAVA | Робот-ассистент |
| 264 | Venn IDC | Robin | Робот-ассистент |
| 265 | Vivoka | Lola | Робот-ассистент |
| 266 | Volkswagen | Mobiler Laderoboter | Робот-ассистент |
| 267 | Volta AI | Mora | Робот для работ по дому |
| 268 | Walmart | Pickup Tower | Робот-ассистент |
| 269 | WeDraw-Eggy | WeDraw | Робот для обучения |
| 270 | West Virginia University | Pollination | Робот-ассистент |
| 271 | WL Toys | Cubee F9 | Робот для развлечений |
| 272 | Wonder Workshop | Cue CleverBot | Робот для обучения |
| 273 | Worx | Landroid M500 | Робот для работ по дому |
| 274 | Wyss Lab at Harvard University | Root | Робот для обучения |
| 275 | XIBOT | XIBOT | Робот-ассистент |
| 276 | Yandex | Delivery Robot | Робот-ассистент |
| 277 | Yandex | Assistant | Робот-ассистент |
| 278 | Yandex | Asisstant | Робот-ассистент |
| 279 | Yi Jia Jia Technology | RoboCoach | Робот для обучения |
| 280 | Yukai Engineering | Qoobo | Робот для развлечений |
| 281 | Zaier Jihed | Nanophea | Робот для работ по дому |
| 282 | Zhejiang EXGAIN TECH Co., Ltd. | Lawnba E1600 | Робот для работ по дому |
| 283 | ZMP | CarriRo | Робот-ассистент |
| 284 | Zoetic | Kiki | Робот для развлечений |

| | | | |
|-----|-------------------------------|-------------|-----------------------|
| 285 | ZoraBots Store | Billy-Billy | Робот для развлечений |
| 286 | НЦ Развития технологий | Маркер | Робот-ассистент |
| 287 | Сенсор-Тех | Робина | Робот-ассистент |
| 288 | Университет имени Бен-Гуриона | SAW | Робот для обучения |
| 289 | 5elements Robotics | Nannybot | Робот-ассистент |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 48 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 49 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 51 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 54 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 59 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 63 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 65 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 66 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 69 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 70 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 71 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 72 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 73 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 74 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 76 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 77 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 78 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 79 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 81 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 82 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 83 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 86 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 87 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 88 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 89 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 92 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 93 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 94 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 96 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 147 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 148 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 149 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 151 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 152 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 153 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 154 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 155 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 157 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 158 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 159 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 160 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 161 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 162 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 163 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 164 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 165 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 166 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 167 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 168 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 169 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 170 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 171 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 172 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 173 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 174 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 175 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 176 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 177 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 178 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 179 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 180 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 181 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 182 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 183 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 184 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 185 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 186 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 187 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 188 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 189 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 190 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 191 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 192 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 193 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 194 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 195 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 196 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 197 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 198 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 199 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 201 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 202 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 203 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 204 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 205 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 206 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 207 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 208 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 209 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 210 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 211 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 212 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 213 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 214 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 215 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 216 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 217 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 218 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 219 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 220 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 221 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 222 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 223 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 224 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 225 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 226 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 227 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 228 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 229 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 230 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 231 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 232 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 233 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 234 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 235 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 236 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 237 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 238 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 239 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 240 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 241 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 242 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 243 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 244 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 245 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 246 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Таблица Б.1 – Классификатор формообразующих характеристик сервисных персональных роботов

| Наименование класса | Код | Наименование подкласса | Код | Наименование группы | Код |
|-----------------------|------------|------------------------|------------|---------------------|------------|
| <i>Характеристика</i> | <i>Код</i> | <i>Критерий</i> | <i>Код</i> | <i>Тип критерия</i> | <i>Код</i> |
| Форма | 1 | Геометрический тип | 11 | Призма | 01 |
| | | | | Пирамида | 02 |
| | | | | Цилиндр | 03 |
| | | | | Конус | 04 |
| | | | | Сфера | 05 |
| | | | | Усеченная пирамида | 11 |
| | | | | Усеченный конус | 12 |
| | | | | Усеченная сфера | 13 |
| | | Величина формы | 12 | Эталонная | 01 |
| | | | | Удлиненная | 02 |
| | | | | Уплощенная | 03 |
| | | | | Мелкая | 11 |
| | | | | Небольшая | 12 |
| | | | | Средняя | 13 |
| | | | | Крупная | 14 |
| | | Поверхность формы | 13 | Первичная | 01 |
| | | | | Вторичная | 02 |
| | | | | Третичная | 03 |
| | | | | Завершающая | 04 |
| Линии членений | 14 | Прямолинейные | 01 | | |
| | | Криволинейные | 02 | | |
| | | Контурно-сложные | 03 | | |
| Конструкция | 2 | Структура | 21 | Андроидная | 01 |
| | | | | Гуманоидная | 02 |
| | | | | Биоморфная | 03 |
| | | | | Кристалломорфная | 04 |
| | | | | Оболочковая | 11 |
| | | | | Панельная | 12 |
| | | | | Сегментная | 12 |
| | | | | Компоновка | 22 |
| | | Горизонтальная | 02 | | |
| | | Комбинированная | 03 | | |
| | | Построение деталей | 23 | Простое | 01 |

| | | | | | |
|---------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|--|----|
| | | | | Сложное | 02 |
| | | Линии стыков | 24 | Стационарное закрепление встык | 01 |
| | | | | Стационарное закрепление внахлест | |
| | | | | Стационарно-откидное / съемное закрепление | 02 |
| Материал | 3 | Наименование материала | 31 | Черные металлы | 01 |
| | | | | Цветные металлы | 02 |
| | | | | Термопласты | 11 |
| | | | | Реактопласты | 12 |
| | | | | Эластомеры | 13 |
| | Фактура | 32 | Гладкая | 01 | |
| | | | Ровная | 02 | |
| | | | Шероховатая | 03 | |
| | | | Фасонная | 04 | |
| | | | Узорно-гладкая | 11 | |
| | | | Узорно-рельефная | 12 | |
| | Текстура | 33 | Графическая | 01 | |
| | | | Цветная | 02 | |
| | Цвет | 34 | Ахроматический | 01 | |
| Хроматический | | | 02 | | |
| Технология | 4 | Способы производства заготовок | 41 | Литье | 01 |
| | | | | Обработка давлением | 02 |
| | | | | Прутки, труба | 03 |
| | | | | Лист, плита | |
| | | | | Фасонный/специальный профиль | |
| | | Способы производства черновых деталей | 42 | Литье | 01 |
| | | | | Обработка давлением | 02 |
| | | | | Обработка резанием | 03 |
| | | | | Сварка | 04 |
| | | | | Литье | 11 |
| | | | | Формование | 12 |
| | | | | Экструзия | 13 |
| | Способы производства чистовых деталей | 43 | Литье | 01 | |
| | | | Обработка давлением | 02 | |
| | | | Обработка резанием | 03 | |
| | | | Сварка | 04 | |
| | | | Литье | 11 | |
| | | | Формование | 12 | |
| | | | Экструзия | 13 | |
| | 44 | Напыление | 14 | | |
| | 44 | Термическая обработка | 01 | | |

| | | | | | |
|---------------|----|------------------------------------|----|-----------------------|-----------------------------|
| | | Способы повышения качества деталей | | Обработка с покрытием | 02 |
| | | | | | Электрофизическая обработка |
| Стиль | 5 | Вещность формы | 51 | Метафоричность | 01 |
| | | | | Метонимичность | 02 |
| | | Жизнедеятельность формы | 52 | Символичность | 01 |
| | | | | Аллегоричность | 02 |
| | | Образность формы | 53 | Синонимичность | 01 |
| Омонимичность | 02 | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОБРАЗЕЦ

№ 119830

ОХРАННО-ПАТРУЛЬНЫЙ РОБОТ

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Удмуртский государственный университет" (RU)*

Автор(ы): *Ившин Константин Сергеевич (RU); Антипина Елена Валерьевна (RU)*


Заявка № 2019502812

Приоритет(ы) промышленного образца 04 июля 2019 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре промышленных
образцов Российской Федерации 21 мая 2020 г.

Срок действия исключительного права
на промышленный образец истекает 04 июля 2024 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев





УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Конкурс научно-исследовательских работ (грантов) молодых ученых,
преподавателей и аспирантов УдГУ – 2017
«НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ»

ДИПЛОМ

НАГРАЖДАЕТСЯ

АНТИПИНА ЕЛЕНА ВАЛЕРЬЕВНА

старший преподаватель кафедры дизайна
Институт искусств и дизайна

за победу в Конкурсе научно-исследовательских работ (грантов) молодых
ученых, преподавателей и обучающихся УдГУ «Научный потенциал»
в рамках реализации приоритетов развития УдГУ (вторая очередь)

с проектом

«Разработка методики дизайн-проектирования сервисной
робототехники»

Ректор, профессор



Г.В. Мерзлякова

13 декабря 2017 г.