А.А. Дубова

ВЗАИМОСВЯЗЬ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ В ДИЗАЙНЕ ОБЪЕКТОВ РОБОТОТЕХНИКИ

Статья посвящена обзору и классификации морфологии роботов в аспекте функциональной принадлежности. Рассматривается взаимосвязь объемно-пространственной структуры и формотворческих стратегий дизайна. Выдвигается тезис, что для целого класса транспортных роботов основной полезной функцией является коммуникация, что в свою очередь актуализирует эстетический поиск художественного образа агента коммуникации. Рассматривается проблематика шагающих транспортных роботов в аспекте их зоо- и антропоморфного формообразования.

Article represents the review and classification of morphology of robots in aspect of useful function. The interrelation volume-spatial structure and design strategy. The thesis moves forward that for the whole class of transport robots the main useful function is communication. The zoomorphism and anthropomorphism of the locomotion robots is considered. Robots becomes objects of art development not only morphology of the concrete device, but also search strategy of a shaping of an objective aesthetics paradigm.

Ключевые слова: робот, дизайн, монообъем, персонаж, коммуникация, функция, объективированная эстетика, рациональна красота.

Keywords: the robot, design, monovolume, the character, communication, function, an objective esthetics, the beauty is rational.

Впервые мы встречаемся с необходимостью художественного решения формы автоматической машины на производстве. Именно наследию «производственной» составляющей, мы обязаны повсеместным и не всегда оправданным требованием функциональной оправданности дизайн-формы. Первые интеллектуальные машины на производстве, роботы-манипуляторы, смонтированные на конвейерных линиях, являлись композиционными центрами и доминантами предметно-пространственной среды. Их производство стартовало в середине 50-х годов XX века в США. В 1954 году американский инженер Джордж Девол запатентовал способ управления погрузочно-разгрузочным манипулятором с помощью сменных перфокарт и получил патент на *робот* промышленного назначения. В 1956 году вместе с Джозефом Энгельбергом он организовал первую в мире компанию по выпуску промышленных роботов Unimation, что является сокращением термина «Universal Automation» (универсальная автоматика).

В 1959 году фирма Consolidated Corporation (США) опубликовала описание манипулятора с числовым программным управлением (ЧПУ), а в 1960–1961 гг. в американской печати появились первые сообщения о манипуляторах Transferobot и Eleximan с программным управлением для автоматизации сборочных и других подобных работ. В 1962 году в США были созданы первые в мире промышленные роботы Unimate и Versatran. Их сходство с морфологией человека ограничивалось наличием манипулятора, отдаленно напоминающего человеческую руку [8]. Промышленный робот Unimate имел пять степеней подвижности с гидроприводом и устройство захвата с пневмоприводом. Перемещение объектов массой до 12 кг осуществлялось с точностью 1,25 мм. В режиме обучения оператор задавал последовательность точек, через которые должны пройти звенья манипулятора в течение рабочего цикла. Робот «запоминал» координаты точек и мог автоматически перемещаться от одной точки к другой в заданной последовательности, многократно повторяя рабочий цикл. Формообразование таких роботов-манипуляторов демонстрирует такой метод дизайна, где форма предмета не полностью отвечает пространству, повторяя его геометрию, масштаб или

колорит, а работает на контрасте, является акцентным элементом, демонстрируя своеобразие и уникальность предмета. В тоже время робот-манипулятор статично размещался в предложенной среде и, соответственно, решался в соотнесении с плоскостной геометрией пространства цеха. Эстетические аспекты, такие как цвет, пластика, фактура поверхностей, решались как элемент психологической разрядки оператора. Стационарный манипулятор выполнял функцию руки человека, и его пропорции изображали принцип антропометрического соответствия.

Изобразительная стратегия формообразования имеет место и в передачи функциональных особенностей роботов в соотнесенности с «видом деятельности». Одной из подобных общих особенностей всех интеллектуальных устройств, которая также обладает коммерческой привлекательной маркетинговой составляющей, является *точность*. Точность выполнения операции, соблюдение размеров, точность копирования, масштабы операций (макро- и микро- размеры) и т.д. Категория «точность» весьма обширная область, в которой очевидно превосходство машины. Подчас эта наиболее *привлекательная функция* является ключевой при создании художественного образа интеллектуального устройства. Точность как качественная функциональная характеристика роботов всячески подчеркивается в сложном формообразовании их корпусов, рельефных линиях обводов и сопряжений. [14]. Однако стационарные роботы, задействованные на конвейерах, еще не полностью автономны и все же взаимодействуют с человеком — их оператором. Как следствие — именно человек становится фокусной точкой, к которой обращена композиция.

Помимо стационарных манипуляторов, можно выделить другой большой класс роботической техники — транспортные роботы. Основная функция этого вида техники — транспортировка — имеет свои особенности. В первую очередь, эти машины призваны обеспечить транспортировку в условиях заданного пространства и траектории, и, наоборот, в условиях открытых пространств и сложных рельефов. Самостоятельное движение машины невозможно без «органов чувств», которые представлены в виде всевозможных датчиков·

Область применения транспортных роботов, движущихся по заданной траектории, разнообразна. Большинство их маршрутов расположено в пространстве интерьера. Именно «интерьерный» масштаб окружающей среды и такие его особенности, как отсутствие выраженных высотных перепадов (или наличие пандусов), мелкий рельеф и непротяженные расстояния, делают мобильность роботов столь привлекательной и функциональной характеристикой. Следствием мобильности является стремление к монообъемности формы. А.А. Базилевский указывает, что изначально монообъем обусловлен техническими требованиями изоляции внутреннего механизма, однако впоследствии развился в ведущий метод формообразования многих транспортных средств и приборов [1, с. 51]. Ранжирование формы по степени уплотненности структуры, выражаемое различием в части объемно-пространственных решений, позволяет допустить прием формального противопоставления при решении образа стационарных и мобильных машин композиционными приемами статики и динамики. Членение формы в случае мобильных транспортных роботов, скорее, декоративный прием индивидуализации, чем универсальное решение тектонической компоновки.

Другая плоскость функциональных особенностей транспортных роботов — это объект транспортировки. Например, декларируется транспортировка роботами, полезного, но опасного груза, однако в большинстве случаев робот транспортирует самого себя. Он может «нести» информацию, может прибыть пообщаться или же просто выполнять роль гигантской мобильной кнопки. Поэтому не будет ошибкой сказать, что основная функция многих современных транспортных роботов и их собратьев из недалекого будущего — коммуникация. Человек должен понимать, на какой стадии выполнения находится робот, правильно ли выполнена команда и т.п. Отсюда вытекают основные требования к формообразованию таких устройств: информативность и ясность элементов обозначения коммуникации, т.е. всевозможных индикаторов и трансляторов информации.

Рассмотрим некоторые примеры дизайна транспортных роботов. Транспортный робот от компании Kiva Systems, занятый на складе крупнейшего интернет-магазина Amazon, предназначен для переме-

щения многоярусного стеллажа с товарами. Нахождение людей на территории, отданной этим автоматам, даже не предусмотрено. Тысячи этих роботов обеспечивают практически полную автоматизацию работы на огромной площади [18]. Перемещаясь по площади склада, роботы не сталкиваются и выполняют работу в 10 раз быстрее человека. В формальном решении облика робота можно выделить два характерных момента, подчеркивающих коммуникативную составляющую их формообразования. Первый — это колористическое решение, повторяющее образ строительной техники, с использованием ярких цветов — желтого или оранжевого, выделяющихся на общем сером фоне. Желтый на черном Й.Иттен называл «бескомпромиссным», «проявляющим себя в самом ярком и агрессивном блеске», а оранжевый — максимально активным [5, с. 87, 89]. Второй момент — это четко определяемое «лицо» робота, которое развернуто по направлению движения. Таким образом, у объекта можно выделить фронтальные и боковые части и увидеть, что Kiva, никогда не едет боком. Другой робот этого же производителя называется Betty-bot [10]. Он имеет те же пропорции и цвет, что и Kiva, и отличается дизайном «лица». Сейчас мы не будем останавливаться на роботах-экскурсоводах, имеющих не только «лицо», но и «голову», а часто и «руки» для жестикуляции. Их формообразование индивидуально и относится, скорее, к разработке конкретного персонажа, чем к обобщенному формально-композиционному поиску на основе полезной функции изделия. Несмотря та тот факт, что сами объекты нашего исследования и их морфология демонстрируют ярко выраженную технологичность, одна из наиболее характерных тенденций в этой области — миниатюризация формы — здесь совершенно не прослеживается. Очевидным представляется факт, что достижение размеров, сопоставимых с человеком (имеется в виду антропометрия и усилие, прилагаемое человеком в рамках «человеческого масштаба») является стоп-линией, за пределы который минимизация формы не выходит.

Следующий тип роботов в нашем списке, сформированном по принципу перемещений в пространстве, — роботизированные шагоходы. Этот принцип движения относительно новый и ранее прак-

тически не использовался в машиностроении из-за массы факторов, определяющих такую конструкцию как слишком сложную и экономически невыгодную. Однако подобный тип движения востребован на местности, где отсутствуют дороги, поэтому основной вектор разработки такого класса машин лежит в области тяжелого строительства и нужд армии. В современном мире примером реально-существующей шагающей техники могут послужить гигантские шагающие экскаваторы (*«шаг» осуществляется за счет опирания на ковш*), такие, как, например, будоражащий воображение экскаватор Big Muskie высотой 68 метров и длиной 125 метров [20]. Самый большой отечественный шагающий экскаватор, когда-либо созданный в СССР, — ЭШ-100/100 — эксплуатировался 15 лет, после чего был законсервирован, а после распада Советского Союза сдан на металлолом. Подобные машины используются в горнорудной промышленности или рытье больших каналов. Другой пример шагающей машины — шестиногий комбайн-лесоруб, разработанный компанией Timberjack совместно с John Deere, являющийся, по сути, шагающим лесозаготовительным комбайном [19]. Несмотря на то, что этот концепт серийно не выпускается, тема движения без колесной или гусеничной тяги активно продвигается разработчиками. Проходимость шагающих машин выше, чем у колесных или гусеничных транспортных средств, но сложность конструкции ограничивает их использование лишь в качестве экспериментальных разработок. Среди таковых можно выделить и шагающий грузовик [13], разработанный компанией General Electric (1965), и разработку германского университета Дуйсбург-Эссен — ALDURO [12].

Однако наибольшую популярность такой тип движения завоевал в роботостроении. Именно фантастичность и футуристический образ роботов позволяет нам дать исторический отсыл развития этой темы даже не к Станиславу Лемму и его «Фантастике и футурологии» 1970 года, а к одному из «отцов» научной фантастики Герберту Уэллсу. (Здесь можно было бы указать на Жюля Верна и его «Паровой дом» 1880 г., но этот образ отсылает нас к анализу объектов более крупного масштаба, где в основе образности присутствует тема восхищения мощью источника энергии [3].) В первом издании The

war of the worlds, опубликованном в журнальном варианте в 1897 году, публике была продемонстрирована инопланетная техника. Действительно, не могли же марсиане перемещаться на конной тяге. В наше время «боевой треножник» стал т.н. МЕМом (от англ. Meme) — единицей культурной информации, обозначающей идею, образ, фразу. Имеется даже скульптура в Уокинге, посвященная боевому треножнику [15]. Визуальный образ марсианского треножника можно определить как один из первоисточников темы фантастичности и изобретательства в деле проектирования превосходящей, поражающей воображение *новой* вещи.

Мировой столицей шагающих роботов и законодательницей моды в этой сфере справедливо считать Японию со всеми вытекающими отсюда последствиями. Термин «робот» в современной Японии используется для выделения этого класса техники из всех механизмов с конечностями. Исторически в Японию реальные роботы попали через вышеупомянутую американскую корпорацию Unimation (1962 г.) и стали разрабатываться многими компаниями. Робот как персонаж появился несколько раньше, в первом манга сериале Мицутеру Ёкоямы на тему роботов Tetsujin 28-go, публиковавшимся с 1956 по 1966 гг. [16]. Ёкояма создал один из первых образов могучего робота, полностью автономного, с возможностью контроля и управления человеком, что весьма способствовало популяризации темы антропо- и зооморфизма при создании объектов робототехники [6].

Среди реально-существующих шагающих роботов есть даже одноногие механизмы (хопперы), однако на сегодняшний день наиболее распространены шагающие роботы-игрушки, например, двуногие QRIO (2003 г.) и ASIMO (2000 г., последняя версия выпущена в 2014 г.), а также четырехногий электронный песик AIBO. Безусловно, разработкой шагающих роботов заняты не только в Японии. Известная американская лаборатория Boston Dynamics — инженерная компания, специализирующаяся в робототехнике. В Интернете широко представлена ее разработка для Управления перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (DARPA) [2]. Это четвероногий транспортных робот BigDog. Он способен переносить до 40 кг веса и преодолевать уклон в 35° [7]. Робот был

впервые продемонстрирован в 2006 г. и за 10 лет приобрел много усовершенствований, а сама компания представила и множество других зооморфных роботов: Cheetah, Petman, Sandflea и антропоморфного робота Atlas [11].

Новой стихией для перемещения роботов стал воздух. Количество разнообразных коптеров растет с каждым днем, а особенности их размеров и производства вывели этот класс машин будущего в область современных товаров. Коптер — это беспилотный радиоуправляемый летательный аппарат, передвигающийся по воздуху по принципу вертолета. Некоторые коптеры, собственно, и есть маленькие вертолеты, а другие больше похожи на совершенно фантастические объекты. Эти аппараты, предназначеные для транспортировки легких грузов, завоевали популярность, благодаря возможностям съемки с воздуха, а ведь сегодня публикация фотоматериалов в социальных сетях, пожалуй, одно из самых распространенных хобби. Однако коптеры интересуют проектировщиков и с позиции создания нового вида одноместного транспорта для человека. История таких аппаратов, тянущаяся от первых орнитоптеров до концепта Volocopter компании e-volo, насчитывает более ста лет [4, с. 62, 17]. К роботам современные коптеры позволяет отнести наличие системы датчиков, позволяющей самостоятельно ориентироваться в пространстве.

Таким образом, формы и назначения роботизированных интеллектуальных устройств весьма разнообразны. Они существуют и в виде реальных объектов и проектных разработок. Реальные объекты, которым сообщается эстетическая составляющая, в основном, представлены игрушками, и их облик часто увязан с ранее предложенными в визуальном искусстве образами. Что касается инженерных разработок подобной техники, эстетическая составляющая находится на очень низком уровне. Либо конструкция объекта прикрывается формой-кожухом, изображающей какую либо форму жизни, либо разработчики увлекаются повтором анатомического строения конкретного персонажа. И в том, и в другом случае *воспроизвести природные пропорции и размеры* в этих устройствах пока не удалось, поэтому поиск адекватных образов остается насущной проблемой для создания гармоничной дизайн-формы объектов робототехники.

Проектирование роботов по-прежнему представляется авангардом многих отраслей науки, таких как физика, информатика, химия, медицина и машиностроение. Если такая машина, как автомобиль, со слов Кун-Пио Ли (Kun-Pyo Lee), уже обладает статусом «символа», включенного в систему норм и ценностей общества, и форма его воспринимается уже на уровне подсознания [9], то поиск формы интеллектуального устройства, коими представляются различные объекты робототехники, находится еще в «верхнем культурном слое», который характеризуется неопределенностью форм. Одна из очевидных задач промышленного дизайна — поиск устойчивых, т.е. обоснованных, «объективных» форм производимых и *продаваемых* объектов робототехники. Так как область полезных функций этих объектов весьма разнообразна, то традиции эстетического решения обусловленного функциональностью заставляют нас верно определить основную функцию. Для транспортных роботов (экскурсоводов, слуг, сиделок, и т. п.) один из вариантов предлагаемых решений — придание машине антропоморфной формы, *сомасштабной* самому человеку. Подобная цель уже *заявлена* на социальном и культурном уровнях в фильмах, книгах, играх и зафиксирована во всем разнообразии художественных образов. Кажется, что осталось решить некоторые технико-технологические проблемы, такие как создание источника энергии подходящей емкости и размера, разработать подходящий человеко-машинный интерфейс. Возможности технологии уже позволяют воспроизводить сложные криволинейные поверхности, есть подходящие материалы, проектные технологии позволяют отрабатывать варианты, которые исчисляются тысячами. Но, совершенно неизвестно, какие факторы формообразования определить «объективными» чтобы на их основе выработать критерии оценки в рамках парадигмы «рациональной красоты». Если в начале XX века удалось обосновать машинные формы через поэтизацию абстрактной геометрии, новый материал, «научную» составляющую, подобную «обтекаемой» аэродинамической форме, то на современном этапе развития культуры, декларируемая «объективность» бионических форм настолько разнообразна, что актуализирует больше проблем, чем дает ответов. Кинематика машин на основе природной

механики — это ответ, а система коммуникации — скорее, вопрос. В природе в форме (морфологии или цвете) мы наблюдаем лишь систему сообщений, т.е. одностороннюю коммуникацию, трансляцию информации. Коммуникация между человеком и роботом предполагает быть двухсторонней, а, следовательно, машина, как объект, с которым предполагается общаться, должна обладать какими-либо индикаторами, отображающими, что процесс коммуникации успешно происходит. Иными словами, будет справедливо отметить, что все персонажные характеристики, которыми наделяется робот, в первую очередь, призваны установить канал невербальной коммуникации между машиной и человеком. Казалось бы, что именно по этой причине тема антропоморфного робота утвердилась как таковая, и многочисленные разработчики заняты темой достижения как можно большего человекоподобия. Однако на сегодняшний момент не продемонстрировано ни одного образца, полностью повторяющего морфологию человека. Поэтому справедливо отметить, что поиск удовлетворительной эстетической формы ведется в области сочинения персонажа. Один из факторов, обуславливающих этот поиск, — степень мобильности объекта.

Так как в процессе эксплуатации мобильный робот может оказываться в различных средах, дизайнеру его можно представить как форму, находящуюся вне фонового контекста. Работая в таких условиях, он понимает, что количество факторов восприятия художественной целостности объекта сокращается, а к оставшимся «предъявляются» повышенные требования, в частности, силуэт формы забирает на себя большую часть внимания. Форма оказывается вне регулирующих рамок целостно решаемой среды. Поэтому целостность достигается методом стилизации под образец или его отдельные элементы, уже зарекомендовавшие себя положительно.

Библиография:

1. *Базилевский А.А.* Технология и формообразование в проектной культуре дизайна. Влияние технологии на морфологию промышленных изделий: дис. ... канд. искусствоведения: 17.00.06 / Александр Ан-

дреевич Базилевский. — М.: МГХПУ им. С.Г.Строганова, 2006. — 191 с.

2. *Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю*. Аналитический обзор деятельности Управления перспективных исследовательских проектов МО США / Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация // В.М.Буренок, А.А.Ивлев, В.Ю.Корчак. — Тверь: ООО «КУПОЛ», 2009. — С. 93.

3. *Верн Ж*. Паровой дом / Ж.Верн. — М.: ТОО ФРЭД, 1994. — 288 с.: ил.

4. *Дрела М., Лангфорд Дж.С*. Проблематика полетов с использованием мускульной силы человека журнал / М.Дрела, Дж.С.Лангфорд // В мире науки . — 1986. — № 1. — С. 62.

5. *Иттен Й*. Искусство цвета / Й.Иттен. 10-е изд. — М.: Аронов, 2015.

6. *Gilson M*. A Brief History of Japanese Robophilia (англ.) // Leonardo. — The MIT Press, 1998. — Vol. 31. — № 5. — P. 367–369.

7. Hambling D. Robotic «pack mule» displays stunning reflexes [Электронный ресурс] // New Scientist (дата обращения: 03.03.2006).

8. History of Industrial Robots: From the first installation until today. [Электронный ресурс] // IFR, International Federation of Robotics (дата обращения: 03.03.2006).

9. *Kun-Pyo Lee*. Design methods and the development of technology / Kun-Pyo Lee // Form. — Frankfurt, 2002.

10. URL: http://edition.cnn.com/2014/10/13/tech/innovation/what-happens-after-you/ (видео, роботы Kiva и Betty-bot) (дата обращения: 03.03.2006).

11. URL: http://www.bostondynamics.com/robot_Atlas.html (робот Atlas, внешний вид) (дата обращения: 03.04.2006).

12. URL: http://www.unusuallocomotion.com/pages/robots/locomotion-and-crossing-means-of-land-robots.html (внешний вид транспортных роботов) (дата обращения: 03.03.2006).

13. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Walking_truck (шагающий грузовик) (дата обращения: 03.04.2006).

14. URL: https://industrial.omron.ru/ru/products/hornet (роботы OMRON) (дата обращения: 03.03.2006).

15. URL: https://ru.wiki2.org/wiki/Мех_(бронетехника)#/media/

File:Woking_tripod.JPG (скульптура марсианского треножника) (дата обращения: 03.04.2006).

16. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Tetsujin_28-go#/media/File:Tetsujin28.jpg (робот Тецудзин) (дата обращения: 03.03.2006).

17. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Volocopter (одноместный коптер) (дата обращения: 03.04.2006).

18. URL: https://www.youtube.com/watch?v=H5pChlqcm40 (движение роботов Kiva) (дата обращения: 03.03.2006).

19. URL: https://www.youtube.com/watch?v=I9SPLYdLOn0 (робот-лесоруб) (дата обращения: 05.04.2006).

20. URL: https://www.youtube.com/watch?v=jcmGKsHZXZ8 (шагающий экскаватор Big Muskie) (дата обращения: 05.04.2006).