

УДК: 69:007.52 (07)

РОБОТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Шаталов А.А, Гара А.А. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

В статье приводится краткий обзор по использованию робототехнических средств механизации и автоматизации производственных процессов. Даны рекомендации по применению манипуляторов и роботов в строительной индустрии.

Рост объемов строительного производства требует повышения уровня механизации и автоматизации технологических процессов. Необходимо внедрение роботизированных технологий конструкций и изделий. В частности, выполнение арматурных и формовочных строительных работ, контроль качества изделий, погрузочно-разгрузочных операций и т.д.[1]

Согласно ГОСТ 25686-85 промышленный робот – это автоматическая машина, стационарная или передвижная, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько ступеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций. Манипулятор – управляемое устройство или машина для выполнения двигательных функций, аналогичным функциям руки человека при перемещении объектов в пространстве, оснащенное рабочим органом. Примерами рабочего органа служат сварочные клещи, окрасочный пистолет, сборочный инструмент, захватное устройство, и др.

В мире накоплен большой опыт применения роботизированных систем в промышленности. Большое внимание уделяется модульным роботам, когда из унифицированных конструктивных модулей komponуются роботы разного назначения. В качестве примера на рис.1 изображены различные компоновки робота РПМ-25[2]. Возможность оперативной перестройки с одной выполняемой операции на другую – принципиальная особенность робота, которая позволяет определить его как универсальный автомат для выполнения механических действий.

Следует отметить что «человекоподобие» ПР было как бы изначально заданным, присущим им качеством. Однако, даже весьма отдаленной аналогии с обликом человека в американских моделях ПР

Unitate фирмы Unitation и Versatran фирмы AMF (именно они определили облик промышленных роботов) не было [3,5]: первый представлял собой некоторое подобие повторно-качающейся танковой башни на прямоугольном основании, второй отдаленно напоминал конструкцию башенного подъемного крана.

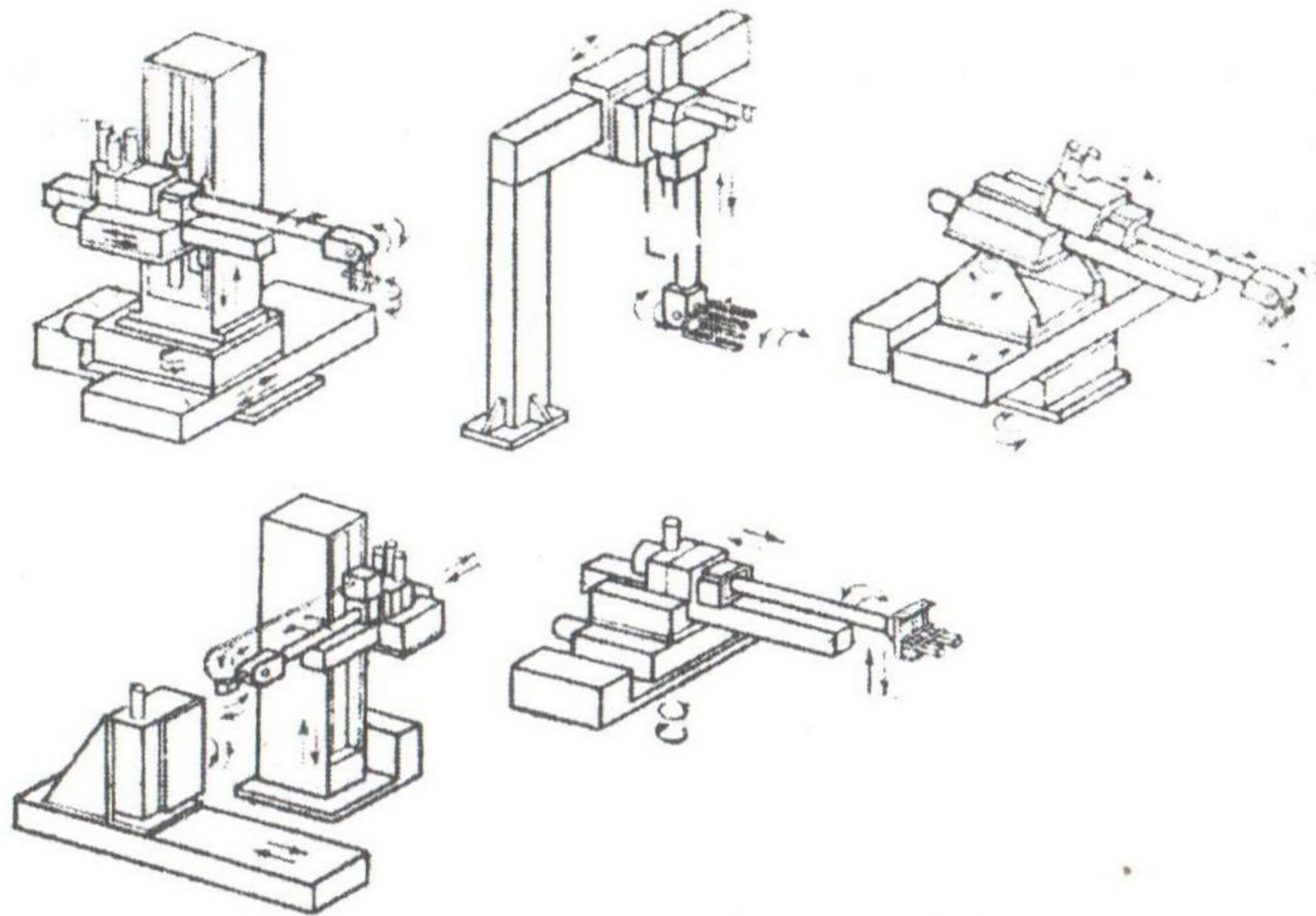


Рис. 1 Различные компоновки робота «РПМ-25»

Чтобы понять закономерность этого парадокса, столь однозначно разрушившего иллюзорную убежденность многих поколений в неременном человекоподобии механических роботов, следует уяснить, какие действия человека возлагаются на них, или, иными словами, какова инструментальная функция ПР. Непосредственное участие человека в производстве вызвано операционно-функциональной замкнутостью технологического оборудования, дробящего целостность технологической цепочки на отдельные звенья, нуждающиеся в налаженной взаимосвязи. При этом само оборудование, механизмирующее конкретную операцию, нуждается в позиционировании обрабатываемой детали и в последующей замене ее. Помимо этого, ряд технологических операций обусловлен определенными пространственными перемещениями функциональных инструментов (сварочной головки, гайковерта, распылителя и др.). В этих случаях на человека, по сути, возлагаются транспортные функции, связанные с перемещением и пространственной ориентацией обрабатываемых деталей и функциональных инструментов, и,

естественно, механизация этих действий может быть осуществлена с помощью подъемно-транспортных механизмов, способных воспроизводить двигательно-мускульные действия человека [3,6].

Попадая таким образом под типаж подъемно-транспортных средств, ПР образуют в этом классе машин устойчивую самостоятельную группу, отличающуюся характерной морфологической организацией объемно-пространственных структур. Как и во всякой подъемно-транспортной машине, определяющим фактором выступает принцип структурирования пространства, то есть типовые комбинации координатных перемещений функционального звена конструкции в пределах пространства ее рабочей зоны. Таких комбинаций три: прямоугольная, цилиндрическая и сферическая [рис2].

Однако, развитие объемно-пространственных структур подъемно-транспортных машин, в большинстве своем основанное на охвате

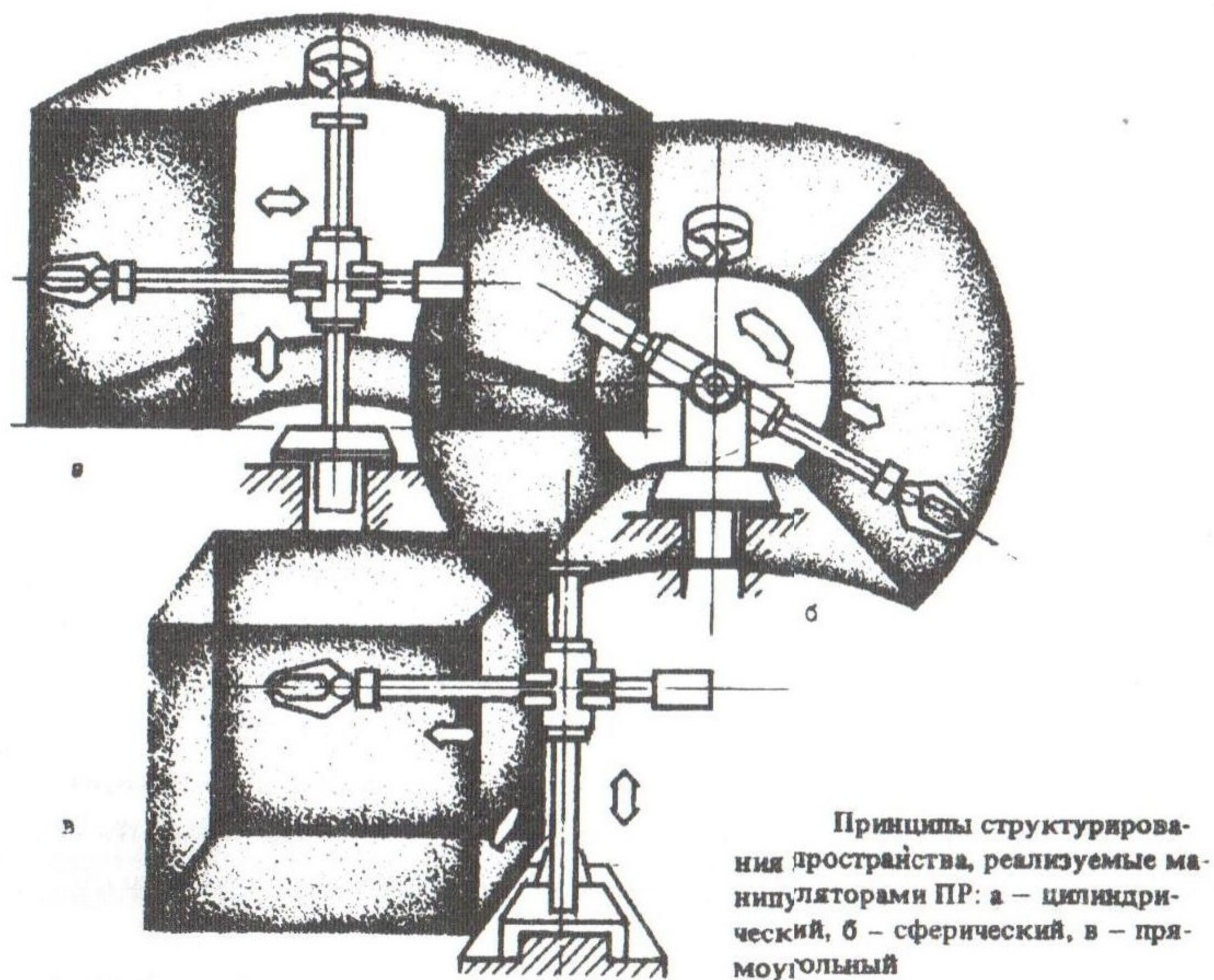


Рис. 2

рабочей зоны машины ее несущей конструкцией, неприемлемо в робототехнике, используемой в условиях стесненного пространства. Поэтому в ПР получили распространение выдвижные и шарнирные соединения подвижных звеньев конструкции, обеспечивающие при

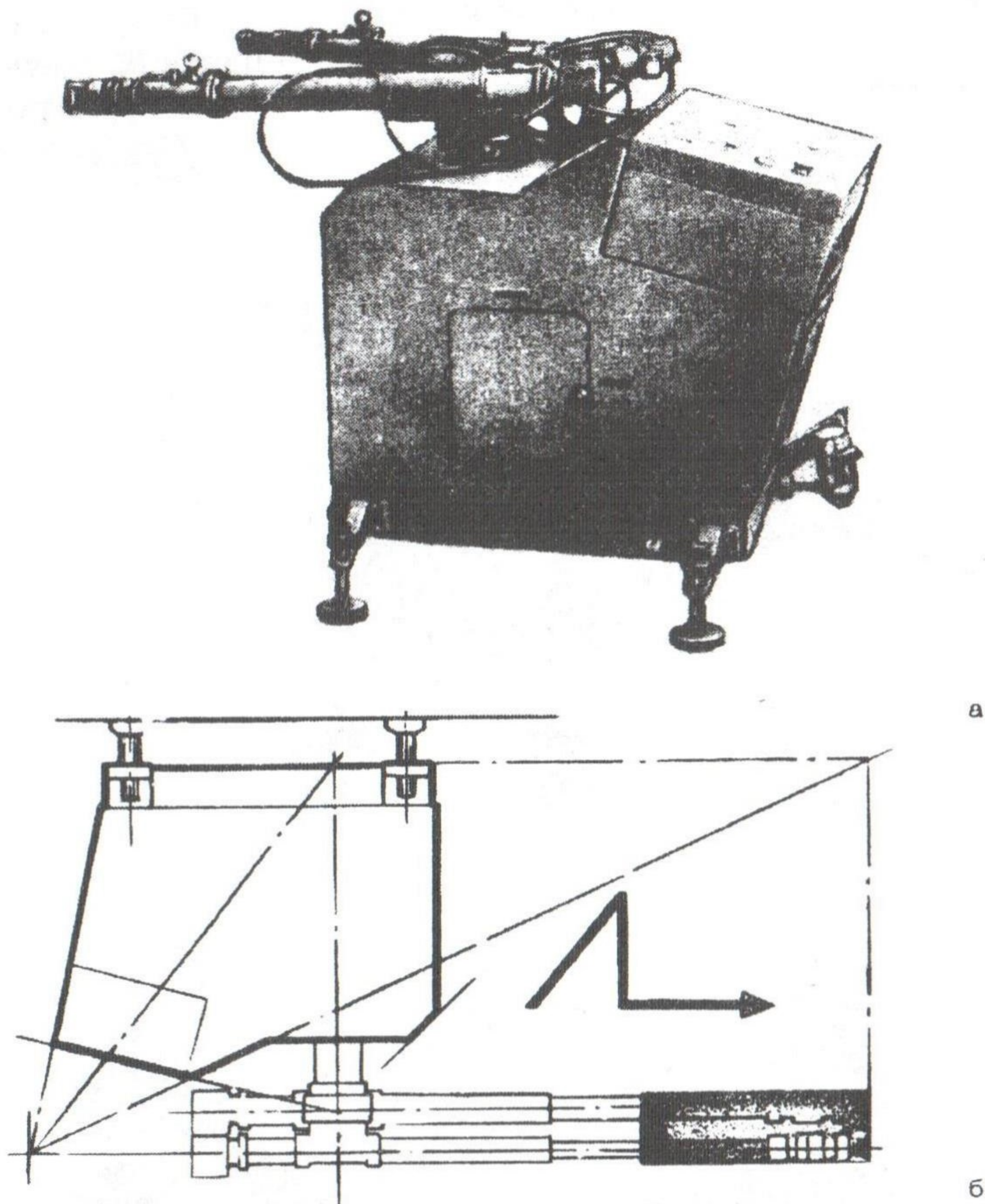
компактности структуры высокую степень функциональной маневренности.

Из распространенной группы однотипных пневматических ПР наибольшую известность по отработанности конструкции и широте использования получила модель AidoAutohand японской фирмы AidaEngineering [4]. Одно-, двух- или трехрукий манипулятор в этой модели базируется на моноблочном основании, включающем в себя опорное звено манипулятора с механизмом поворота, элементы пневмопривода и систему управления. Монолитность опорного объема определяет активность пластических средств моделирования в композиционной гармонизации объемно-пространственной структуры ПР при явном контрасте масс подвижных звеньев манипулятора и статичного основания.

Таким образом, создается основное композиционное направление развития объемно-пространственной структуры ПР – от пульта управления к его рабочей зоне. Положение механической руки манипулятора композиционно подготовлено ступенчатой выборкой в верхней части корпуса основания, организуемой наклоном выступающего пульта управления и горизонтальной плоскостью, уровень которой совпадает с нижним ребром панели пульта управления [рис.3].

Пневматический робот Ra – 102-A американской фирмы Synergo-Trans имеет сходное с рассмотренной моделью AidaAutoland конструктивное и компоновочное решение. Объемно-пространственная структура робота имеет симметричное относительно продольной плоскости строение и составляет прямоугольный опорный объем с выходящей из "носовой" части поворотной колонной механической руки и блоком системы управления, врезанным в его "затылочную" часть. Композиционная острота развития структуры НА-102-A достигается выявлением и включением блока системы управления в опорный объем при использовании тонально-цветового контраста покрытий и ступенчатости перепадов формообразующих плоскостей корпусов сочленяемых объемов на толщину навесных панелей основания [5].

В решениях цикловых ПР итальянской фирмы Raufa композиционная направленность структуры также достигается моделировкой корпуса основания, согласующейся со смещением вперед вертикальной оси манипулятора [рис4]. При вертикальной фасадной плоскости корпуса основания его задняя и боковые стенки скошены в верхней части к колонне манипулятора, как бы выносят вперед площадку базирования механической руки. Причем наклон



Решение объемно-пространственной структуры ПР с пневмоприводом фирмы Aida Engineering (Япония): а – модель АН-6 (Aida Autohand); б – схема композиционного построения ПР

Рис. 3

задней стенки согласуется с положением вертикальной оси манипулятора (перпендикуляр, опущенный из середины наклонной грани, указывает на пересечение её с опорной плоскостью).

Функциональная ориентация пневматического робота РБ-112 не предполагает его использования в пространственно стесненных условиях, что позволило разработчикам при организации объемно-

пространственной структуры модели выделить в ней мощный базовый блок. Горизонтально ориентированный, этот блок, определяя устойчивость конструкции ПР, становится отправным элементом композиционного развития объёмно-пространственной структуры

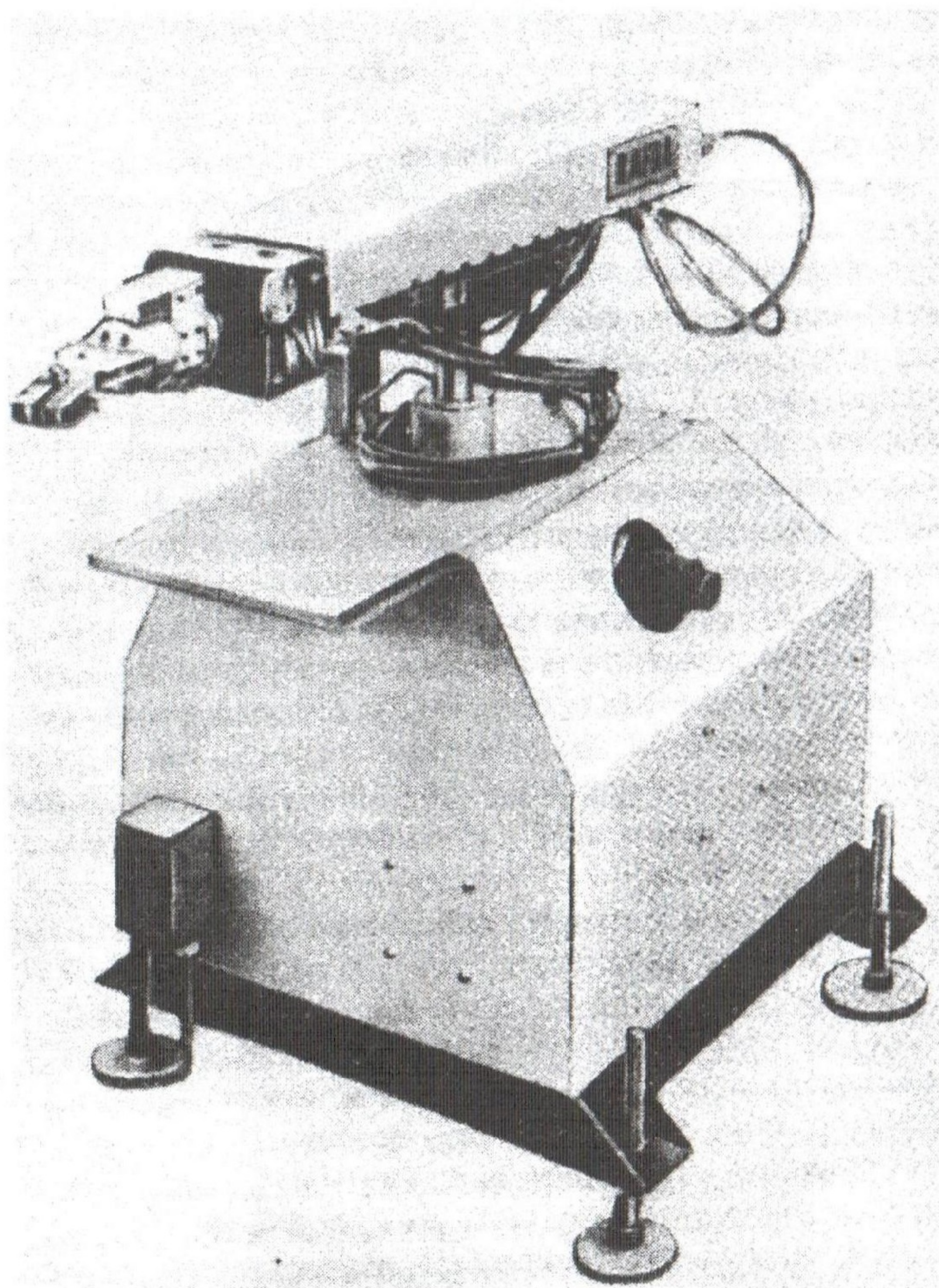


Рис. 4

модели, подчиняя себе все её части и, в первую очередь, весьма дробную открытую структуру двух спаренных механических рук манипулятора. С точки зрения своеобразия художественно-конструкторского решения робота РБ-112 представляет интерес прием композиционной нейтрализации достаточно высокой поворотной колонны манипулятора (способной конкурировать даже с сильно развитым базовым блоком структуры) с помощью навесного ограждения, охватывающего среднюю часть колонны, где размещаются элементы регулировки и управления манипулятором [рис.5].

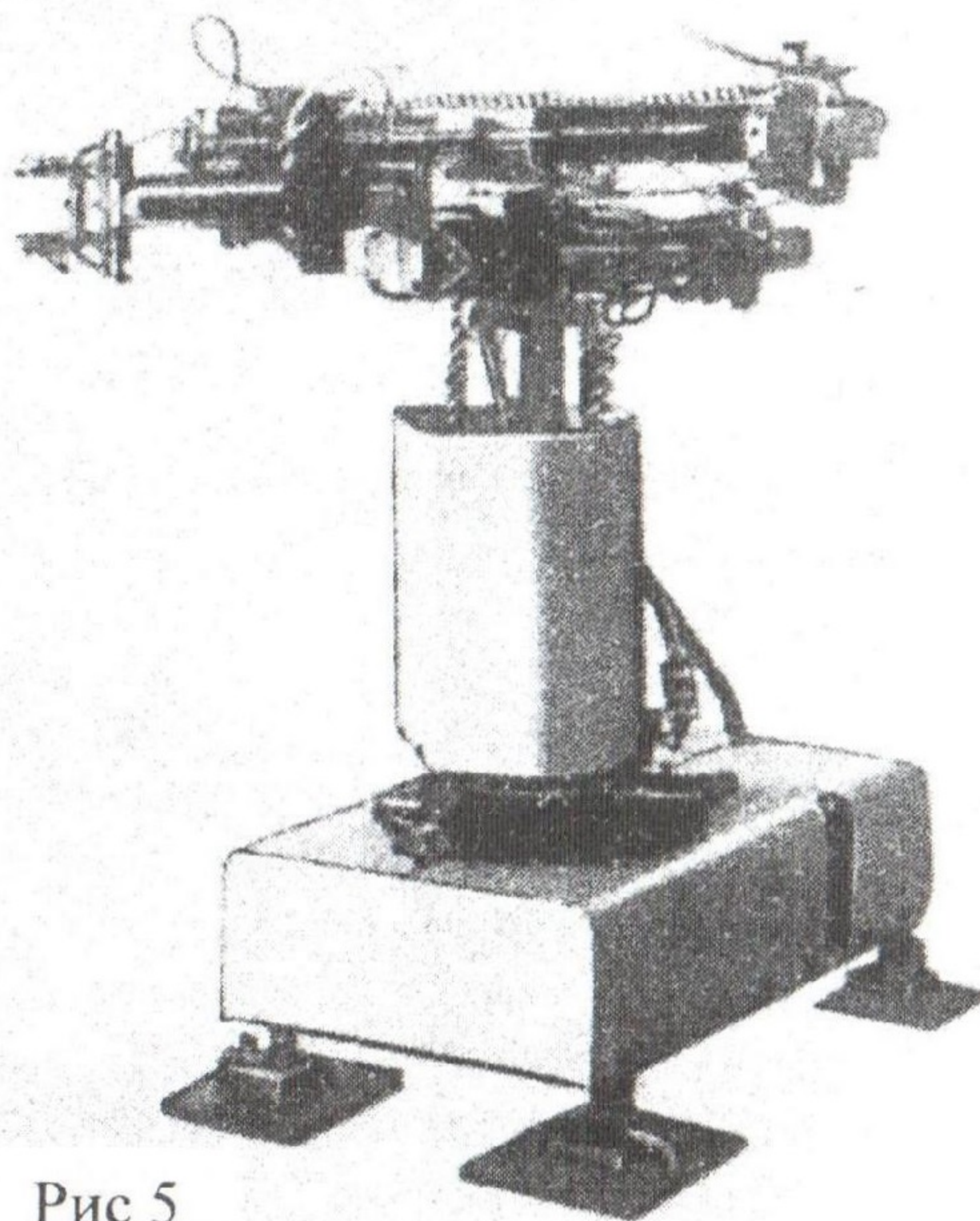


Рис 5

Более эффективное использование опорно-базового объёма, существенно расширяющее функциональные возможности ПР и повышающее его эксплуатационные показатели (в частности, увеличение числа одновременно обслуживаемого оборудования), реализовано в пневматическом ПР Roks-Mark – IА японской фирмы

Rawaguchitekko (рис. 6). В прямоугольном опорно-базовом блоке ПР смонтирован механизм бокового смещения. Корпус блока скрывает

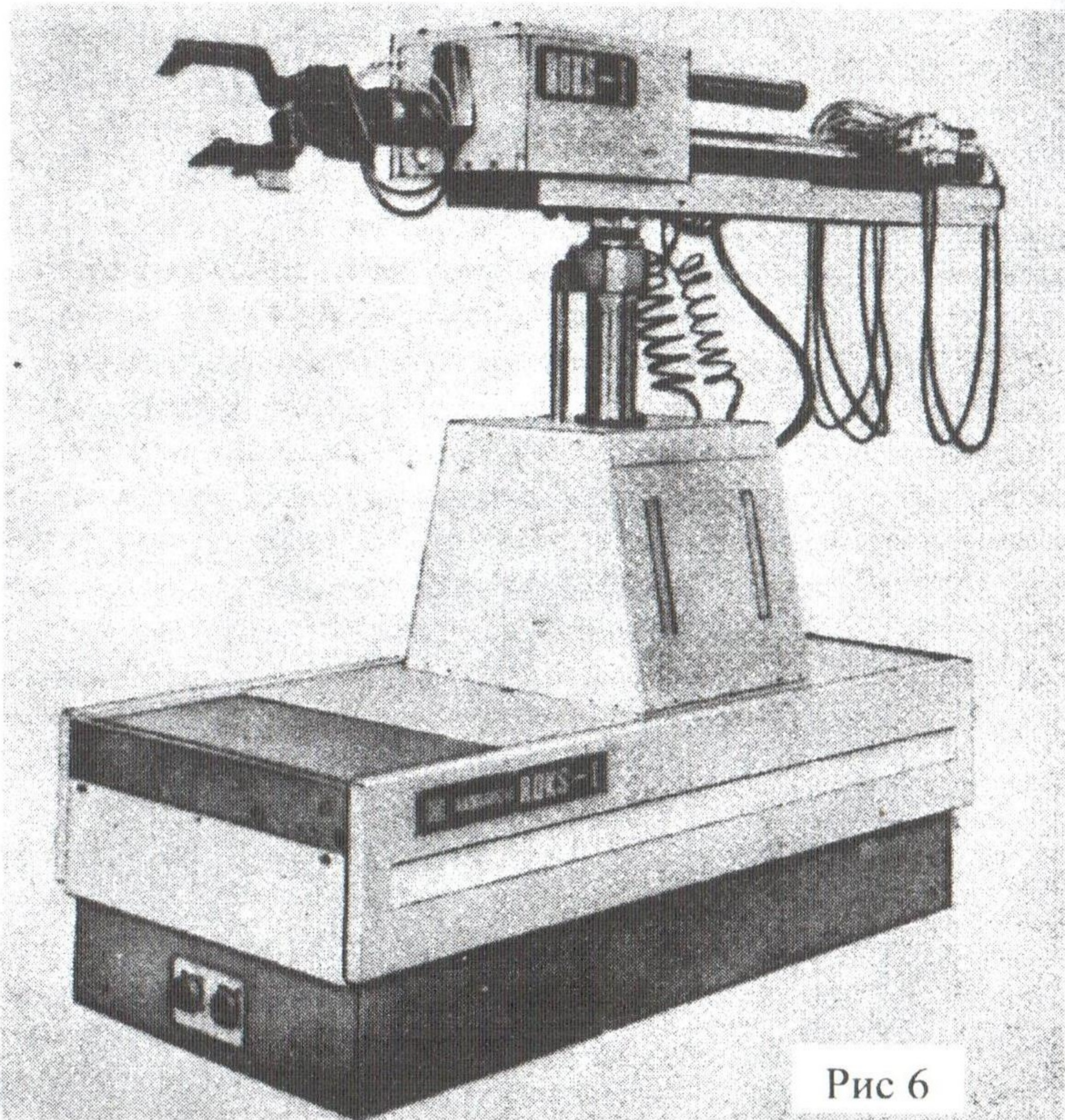


Рис 6

нижнюю часть перемещающегося по его направляющим опорного объёма подъёмно-поворотной колонны манипулятора, где находится привод ее поворота. Таким образом достигается определенная соразмерность композиционных объёмов структуры. При лаконичной моделировке ПР Roks-Mark-IA отличает четкость развития объёмно-пространственной структуры и композиционная целостность, которая достигается использованием единого плоскостно-панельного принципа формообразования объёмов и их композиционно-структурной ориентацией [3,4].

Функциональная подоплека устранения корпуса как организующего элемента объёмно-пространственной структуры нашла интересное

разрешение в модели ПР Auto-mate фирм Olmat (Италия) и Industrial automates (США), в которой колонна манипулятора как бы прорывает собой опорный объём ПР [рис.7]. Обособленный функциональный отсек подготовки и распределения воздуха, поперечный размер которого несколько превышает наружный диаметр колонны, примыкает к ней сзади, причем боковые стенки его корпуса скошены вперед по касательной к цилиндру колонны. Такое сочленение позволит сохранить структурно-композиционную целостность спорного объёма и визуально приглушить в нем вертикальный акцент: "наползание" корпуса отсека на колонну несколько исправляет соотношение высоты и ширины его боковой проекции. Механическая

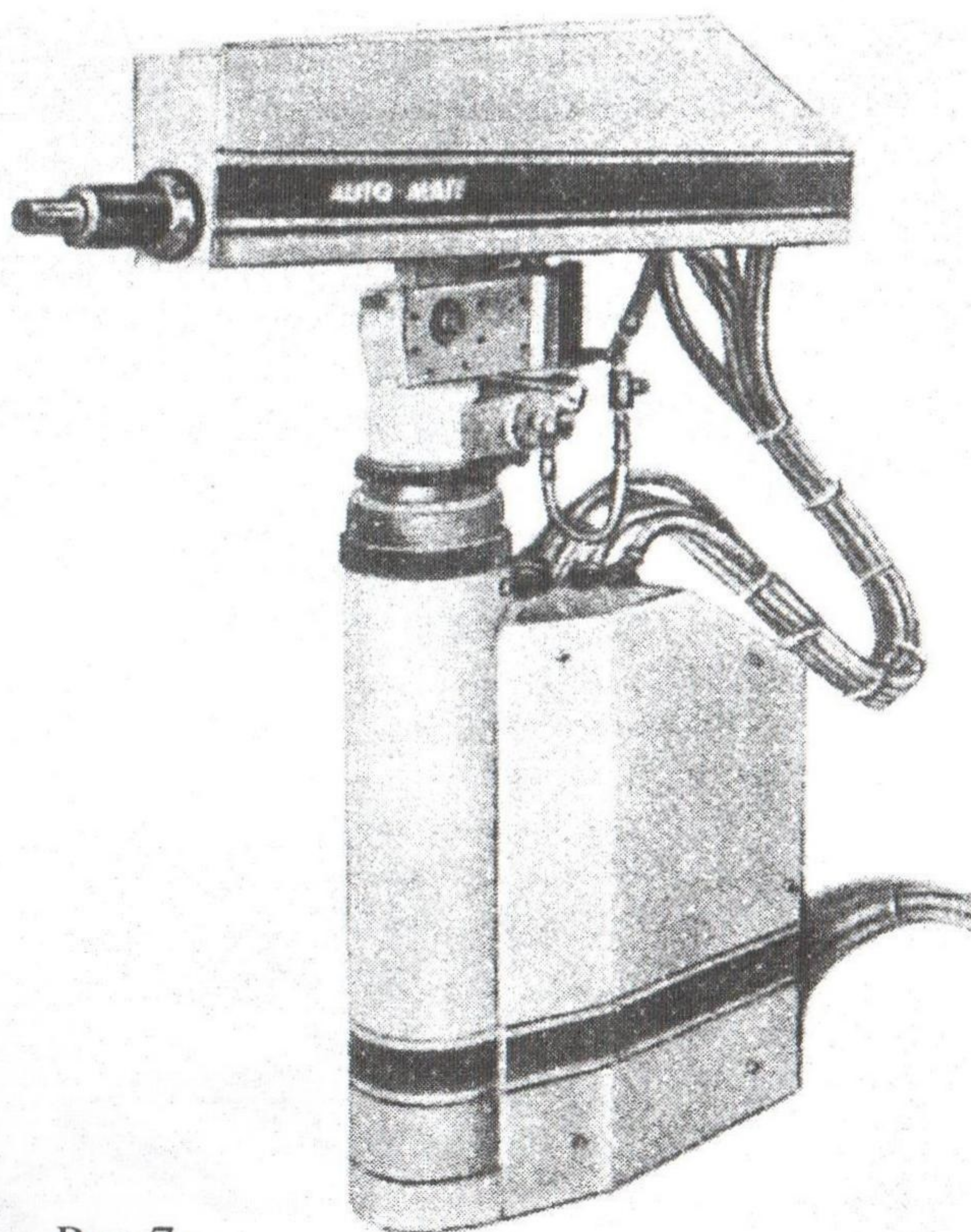
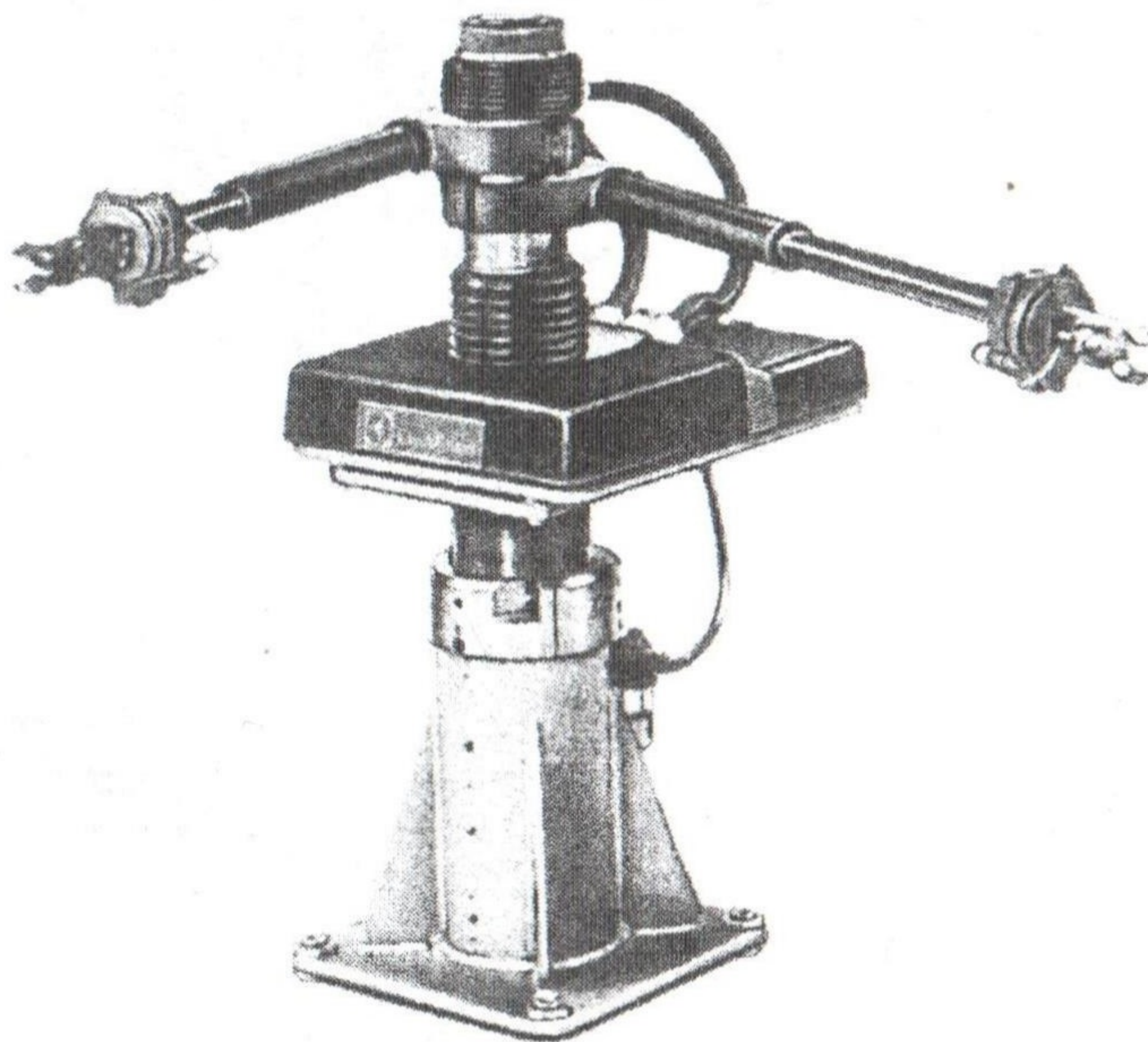
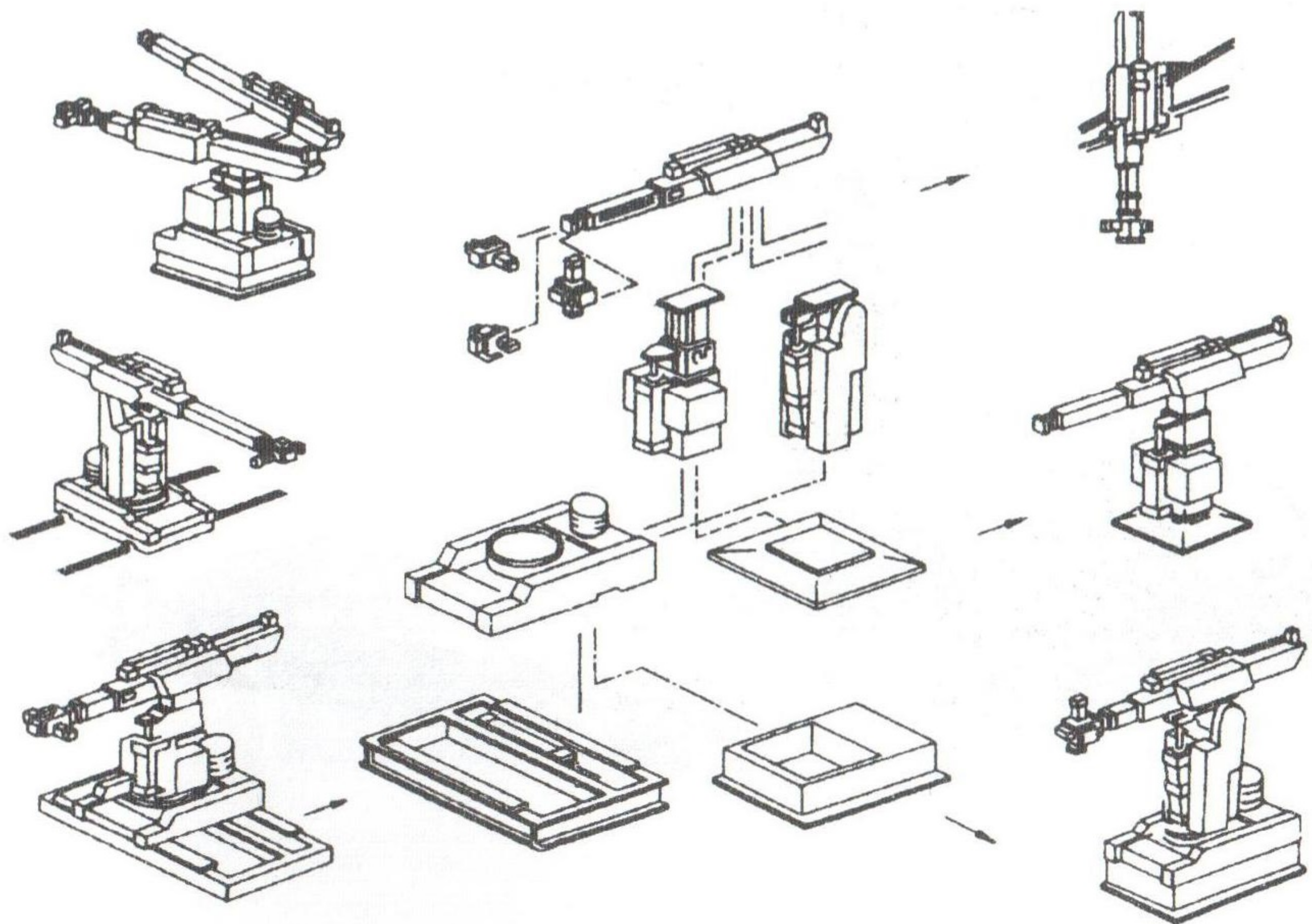
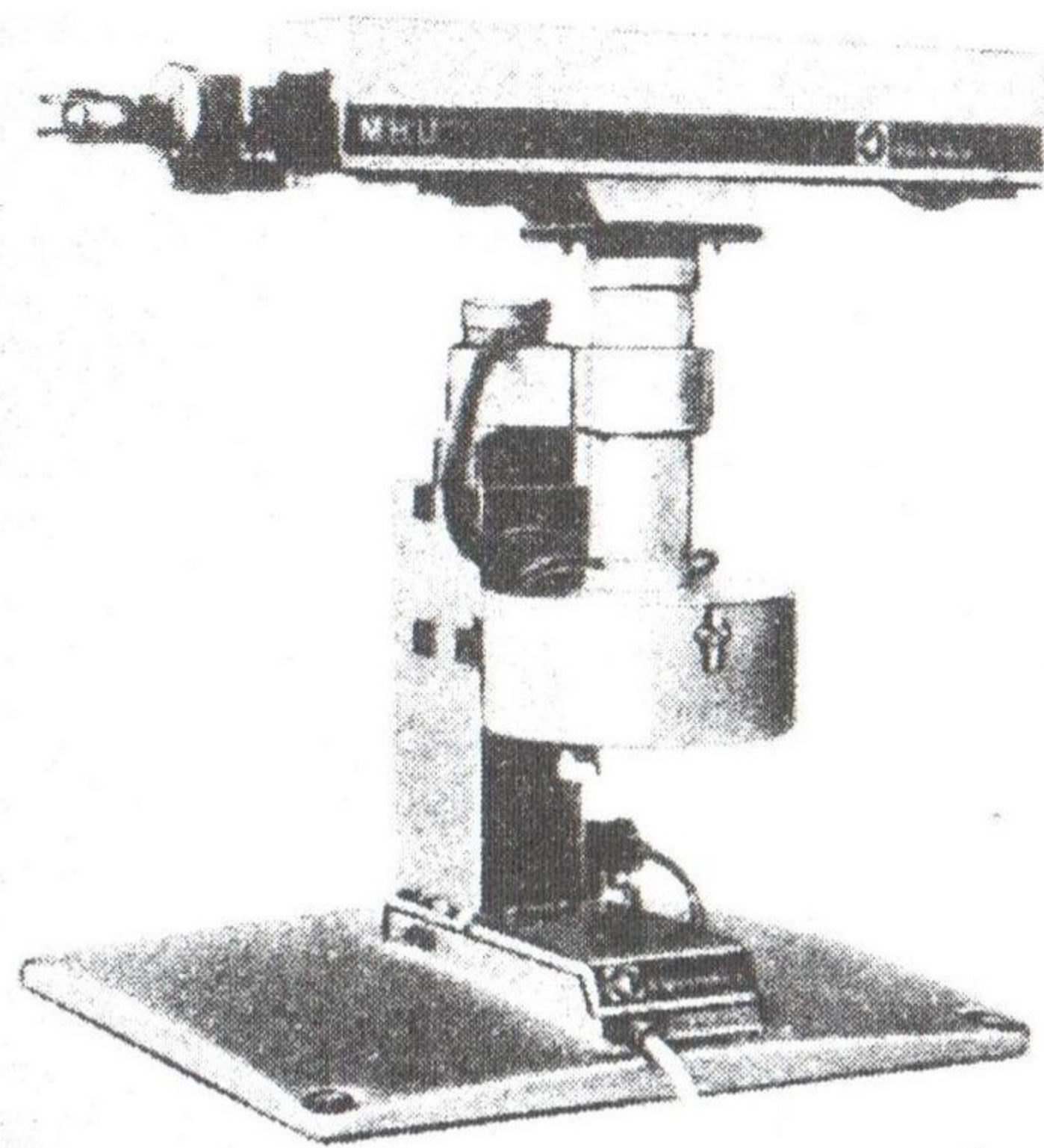


Рис 7

рука манипулятора ПР Auto-mate наделена дополнительной подвижностью - качанием в вертикальной плоскости. Механизм качания соединяет колонну с корпусом руки [3,5].

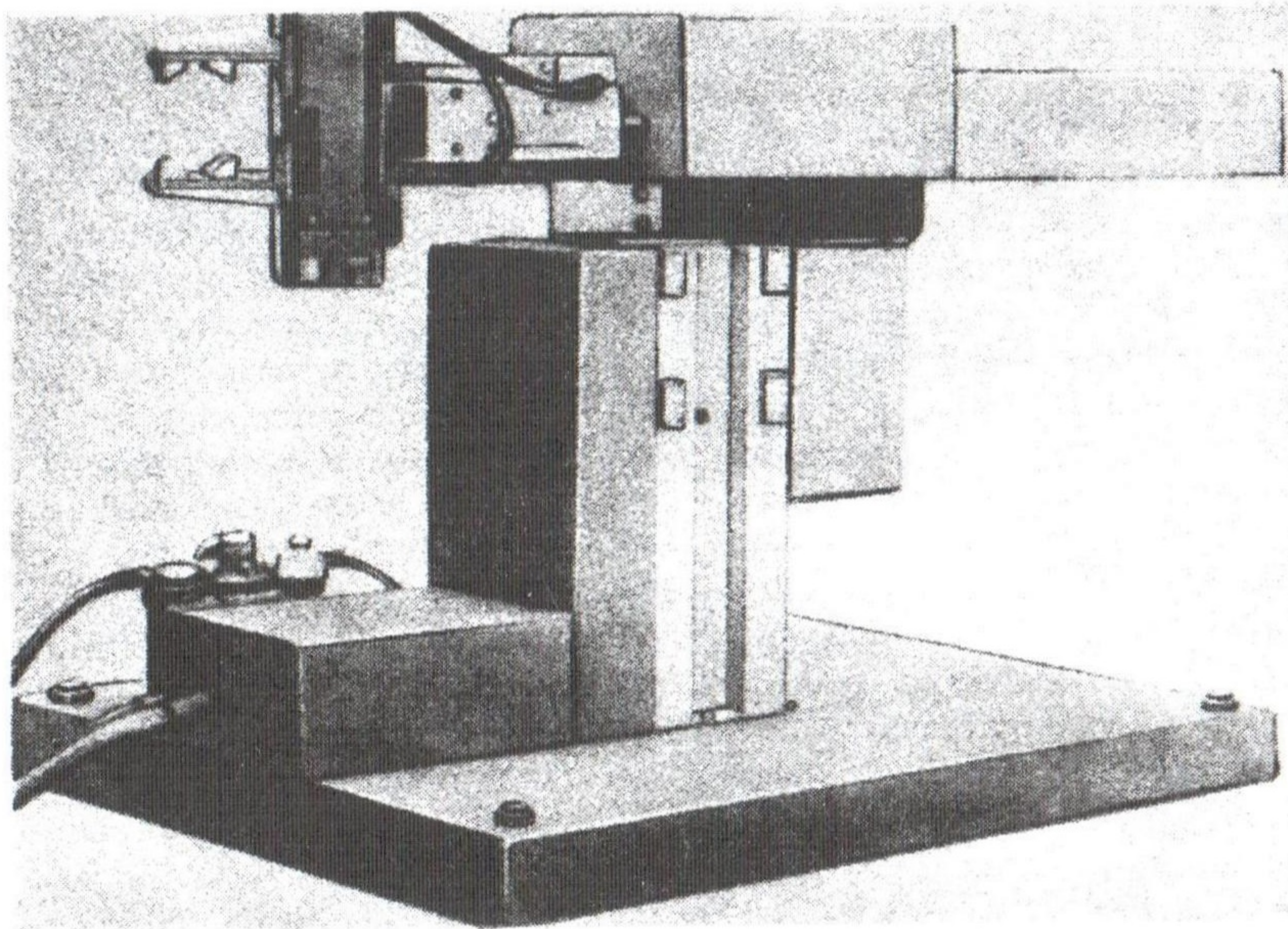
Открытая конструкция ПР существенно упрощает проведение различных перестановок внутри структуры манипулятора, повышая тем самым его функциональную мобильность. Эта возможность эффективно использована в ПР MHV Senior 415 той же фирмы, исходно создаваемом как модульная структура ПР MHV Senior 415 комплектуется набором модулей, включающим статичную стойку, опорный модуль бокового смещения, промежуточный модуль сдвига под опору механической руки, варианты решения руки, а также несколько модулей ориентирующих перемещений, структура ПР предстает предельно открытой, обнажающей переходы к сочленением звеньев, откровенно информирующей о модульном принципе её формирования [рис.8а,б,в].





Функционализм в решении опорных модулей, сухость моделировки композиционных объёмов и внешняя непритязательность фактуры наружного покрытия молотковой эмалью - признаки, объединяющие группу модулей в сочлененную несущую конструкцию, которую композиционно подчиняет четко ориентированный прямоугольный брус модуля радиального выдвижения. Корпус этого модуля имеет яркое сигнальное покрытие с узкими черными горизонтальными по боковым плоскостям, на которые нанесены марка модели и фирменный логотип [6].

Пневматический ПР модульной конструкции PR-16 чехословацкой фирмы Vukov имеет конструктивно-композиционное решение, близкое к MNV Senior. Как и в предыдущем примере, стойка модуля подъёма установлена на прямоугольную напольную плиту. Консольно к стойке крепится ротационный модуль, соединенный с модулем горизонтального выдвижения механической руки [рис.9].



В качестве удачного решения модульного робота следует признать модель ПР *robi* западногерманской фирмы *Rachofen* [рис. 10] Комплект включает шесть унифицированных узлов-модулей, каждый из которых обладает одной степенью подвижности. Это модули горизонтального и вертикального перемещений, модули поворота и дополнительного смещения, модуль ротации охвата и самого охвата. При использовании всех модулей ПР имеет цилиндрическую рабочую зону, а при изъятии модуля поворота - прямоугольную. Тщательная конструктивная и компоновочная проработка позволила заключить модули в лаконичные прямоугольные объемы, большая ось которых совпадает с направлением выполняемого данным модулем движения.

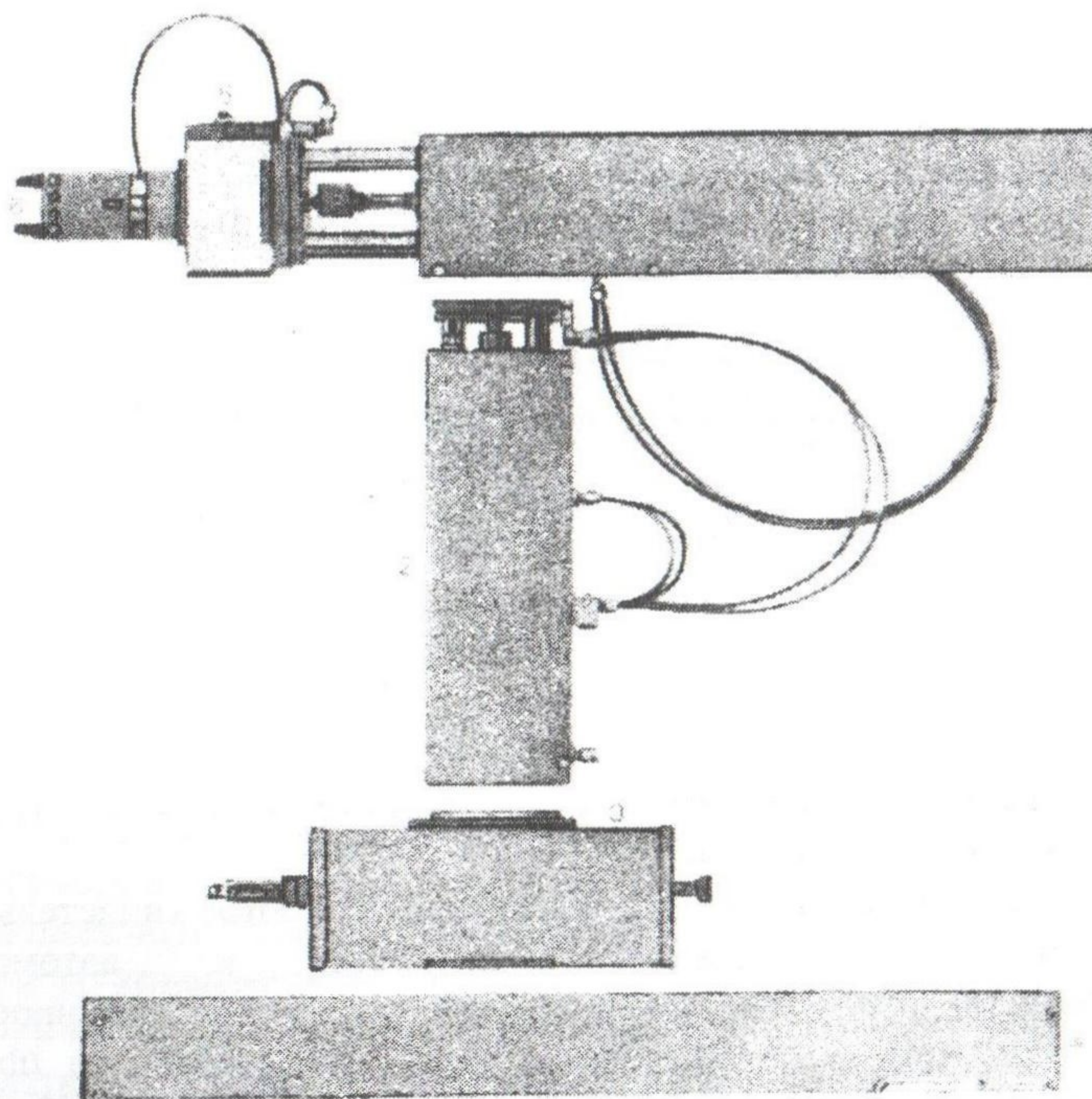


Рис. 10

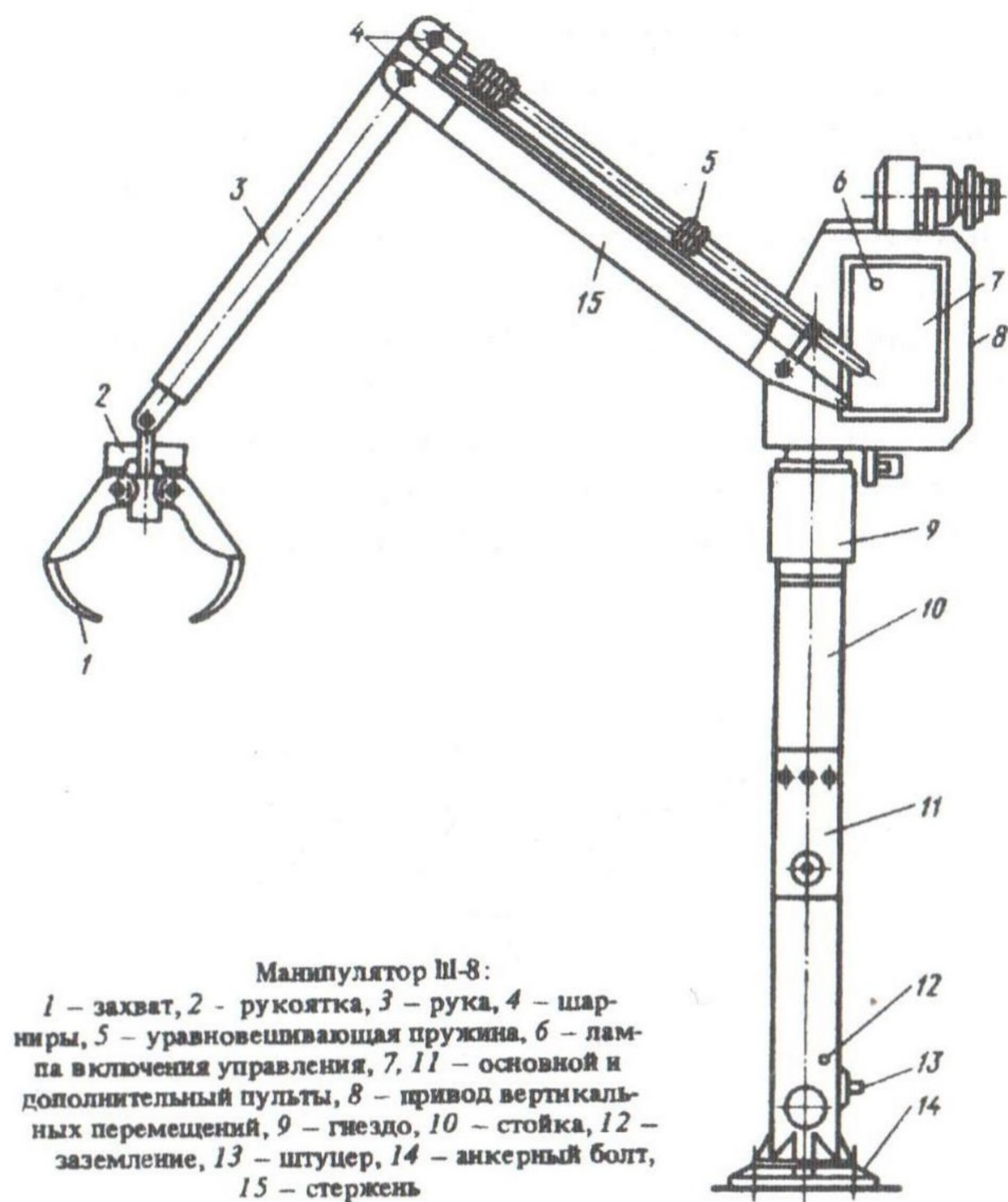
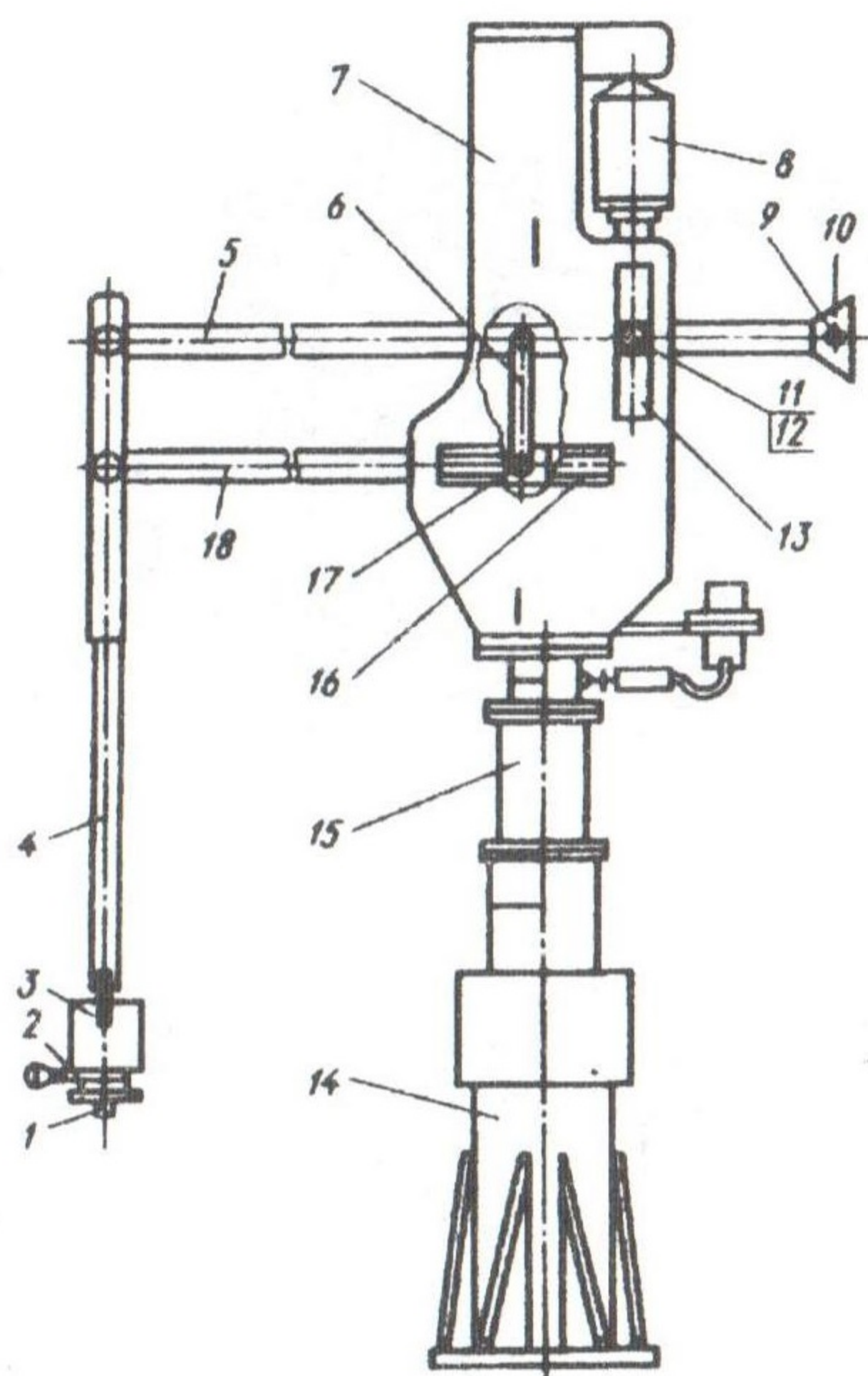


Рис. 11

При этом достигается композиционная целостность и функциональная информативность любой комбинируемой из модулей объемно-пространственной структуры.[5,6].

Краткий анализ различных конструкций роботов свидетельствует о больших возможностях механизации и автоматизации производственных процессов в любой отрасли промышленности. Так, на заводах железобетонных конструкций рекомендовано применять универсальные шарнирно-балансирные манипуляторы Ш8 [рис.11], манипуляторы пневмоприводом КШ-160м [рис.12]. Используемые в различных отраслях промышленности роботы типа «Циклон» получают распространение в строительной индустрии [рис. 13]. Они предназначены для втоматизации штамповки и сварки арматурных



Манипулятор КШ-160М:

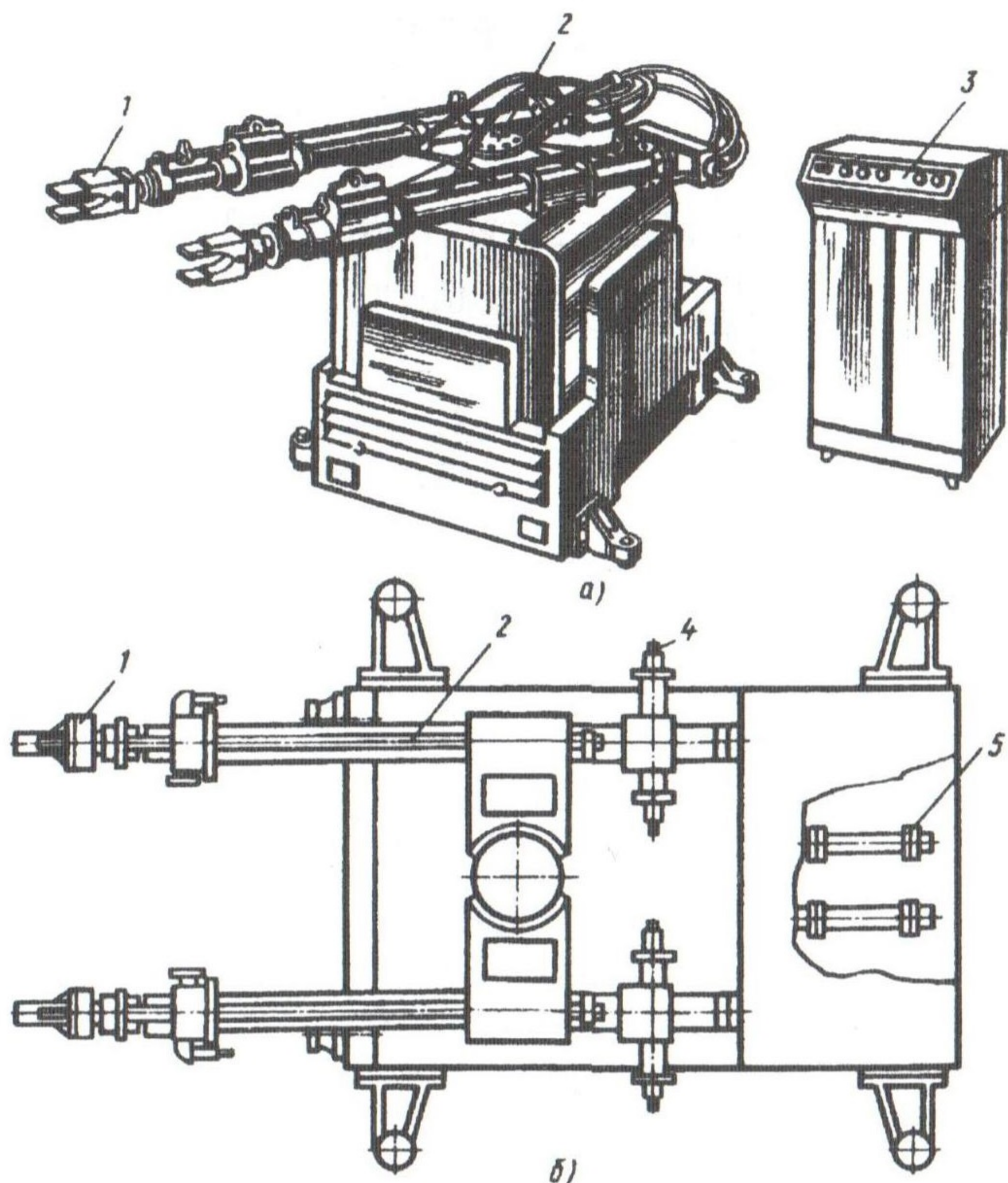
1 – проушина, 2 – рукоятка управления, 3 – датчик, 4 – рука, 5 – стержень, 6 – распорка, 7 – корпус, 8 – пневмоцилиндр, 9 – гайка, 10 – противовес, 11 – ролик, 12, 17 – оси, 13, 16 – пазы, 14 – стойка, 15 – поворотная часть, 18 – тяга

26

Рис. 12

изделий, загрузочно-разгрузочных операций транспортирования и складирования. Их применение позволяет механизировать и автоматизировать наиболее трудоемкие, опасные и монотонные технологические и вспомогательные операции[7]. Применение роботизированных систем целесообразно также при устройстве инженерных коммуникаций, конструкций из железобетона, сборных полов; при выполнении различных отделочных работ.

Существует заблуждение, что роботизация приводит к удешевлению продукции за счет падения численности производственных рабочих, это неверно. При сокращении неквалифицированных конвейерных сборщиков приходится нанимать высокооплачиваемых наладчиков и электронщиков. Неверный подход к роботизации может привести к положению, когда прибыль от сокра-



Робот "Циклон 5.02":
a – общий вид, *b* – схема; 1 – рабочий орган, 2 – исполнительное устройство,
 3 – система управления, 4, 5 – упоры

Рис. 13

щения старых работников поглотят работники новые. Начиная мероприятия по роботизации необходимо твердо усвоить: любые самые передовые реформы в производственной сфере обречены, если им не сопутствует реформы в сфере человеческой.

1. Френкель Г.С. Роботизация процессов в строительстве – М., Стройиздат, 1987, 176 с.
2. Попов Е.П. Робототехнические и гибкие производственные системы – М., Наука, 1987, 191 с.
3. Цикловые манипуляторы // ВНИИТЭ, 1984, 39 с.
4. Белянин Н.П. Промышленные роботы Японии // НИАТ, 1977, 369 с.
5. Материалы международной выставки «Роботы-87», Л., 1987.
6. Спыну Г.А. Промышленные роботы. Конструирование и применение. К., Вища школа, 1985, 173 с.
7. Френкель Г.Ф. Применение роботов и манипуляторов при производстве железобетонных изделий. М., Высшая школа, 1987, 70 с.
8. А.с. № 1789493 (СССР) Грузозахватное устройство (А.А.Шаталов, Н.Г.Павлюк) Оpubл.в Б.И. № 3, 1993.