

"... итак, начинается эра движущихся конструкций. Вместо того, чтобы строить сооружения, которые постепенно совершенствуются согласно непреложным законам, как это имело место в прошлом, надо привыкать жить в постройках, которые можно изменять в зависимости от уровня развития техники. Надо, чтобы человек привык находить удовлетворение и радость в вечно меняющемся мире, подобно тому, как это имело место в мире статическом, неизменяемом".

Луи Арман

(Из М. Рагон "Города будущего")



СПЕЦИАЛЬНОСТЬ "АРХИТЕКТУРА"

Редакционная коллегия:

АУРОВ В. В. (ответственный секретарь)
БУГА П. Г.
ДЕМИДОВ С. В.
ДЫХОВИЧНЫЙ Ю. А.
КАСАТКИН В. А.
КУДРЯВЦЕВ А. П. (главный редактор)
ЛЕЖАВА И. Г.
ОРЕХОВА Н. И.
ПЛАТОНОВ Ю. П.
РОЖИН И. Е.
РЯБУШИН А. В.
СТЕПАНОВ А. В. (зам. главного редактора)
ЯРГИНА З. Н.
ЯГУПОВ В. А.

Н.А.Сапрыкина

АРХИТЕКТУРНАЯ ФОРМА: СТАТИКА И ДИНАМИКА

Рекомендовано Госкомвузом России по высшему образованию
в качестве учебного пособия для студентов
высших учебных заведений,
обучающихся по направлению и специальности "Архитектура"

ББК 85.11
С 19
УДК 72.01 (075.8)

*Издание выпущено при содействии Комитета
РФ по печати*

Рецензенты: д-р архит., проф. А. Н. Сахаров, д-р архит., проф.
В. Н. Ткачев, кафедра архитектуры МИСИ им. В. В. Куйбышева.

Редактор Н. Б. Ли б м а н

С19 Сапрыкина Н. А.
Архитектурная форма: Статика и динамика: Учеб.
пособие для вузов: Спец. "Архитектура". — М.: Строй-
издат, 1995. — 407 с.: ил.

ISBN 5-274-01194-2

Рассматриваются предпосылки возникновения, исторические
примеры и принципы динамической адаптации архитектурного про-
странства к изменениям условий среды, выявляются требования к его
формированию. Определяются типы архитектурно-конструктивных
систем. Выявляются тенденции развития изменяемой архитектурной
формы и динамические приемы оптимизации архитектурного про-
странства жилой среды, в частности, в условиях автономности и
освоения экстремальных районов. Впервые анализируются данные
патентной литературы.

Для студентов архитектурных вузов и факультетов.

С $\frac{4902010000-482}{047(01)-95}$ Без объявл.

ББК 85.11

ISBN 5-274-01194-2

© Сапрыкина Н. А.,
1995

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая книга является учебным пособием для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Архитектура".

Учебное пособие знакомит студентов и преподавателей с развивающимися тенденциями в архитектуре, связанными с изменчивостью архитектурной формы в связи с оптимизацией жилой среды. Оно написано в результате многолетней работы автора над проблемой статики и динамики архитектурной формы, частично рассмотренной автором в книге "Мобильное жилище для Севера" (Л., 1986). Основное внимание уделено анализу принципов динамической адаптации архитектурных объектов, несущей в себе огромное богатство идей, позволяющих раскрыть потенциальные возможности архитектуры.

ВВЕДЕНИЕ

Характерной чертой развития архитектуры на протяжении тысячелетий считалась статичность, неподвижность зданий, а значит, и архитектурных форм. Это обусловлено целым рядом причин и, в частности, тем, что общество будучи постоянно изменяемой субстанцией в своей массе консервативно (возможно, это связано с боязнью непредвиденности нового, а также желанием иметь постоянно гарантированную стабильность существующей жизни). Кроме того, во многих случаях архитекторы пытаются утвердиться в статичной монументальности архитектурных объектов, жесткие рамки использования которых практически крайне редко позволяют реагировать им на процессы развития общества. Поэтому моральное старение зданий и сооружений, а также комплексов и городских образований происходит, как

Программа учебного пособия утверждена Учебно-методическим управлением Комитета по высшей школе РФ.

При написании пособия использованы данные отечественной и зарубежной литературы, переведенной автором.

Для удобства пользования учебным пособием в "Библиографическое описание" вынесен графический материал, раскрывающий дополнительную информацию о использовании пневматических конструкций, подготовленную Штутгартским институтом легких несущих конструкций (директор проф. Ф. Отто).

Автор приносит искреннюю благодарность коллегам Технического университета г. Граца (Австрия) за оказанную помощь при написании книги.

правило, значительно раньше их физического старения. Проблема морального старения архитектурных объектов ставит задачу их адаптации к изменяющимся требованиям, к реальным современным возможностям. Это диктует необходимость нового подхода к определению понятия архитектурной формы и к архитектурному проектированию.

Вопросам теории и методологии архитектурной формы посвящен целый ряд специальных исследований, отличающихся различными точками зрения и видением проблемы. Однако на сегодняшний день нет общего определения архитектурной формы как таковой. Включая в название книги термин "архитектурная форма", автор не ставит целью раскрыть все противоречивые стороны этого сложного понятия, которое во всей проблематике теории и

практики архитектуры занимает значительное место, оставив поле деятельности для ученых. Острота проблемы состоит в том, что отсутствие до сих пор ясности и общей точки зрения на понятие архитектурной формы, вероятно, обусловлено односторонним подходом.

Для многих теоретиков архитектуры характерно преувеличение роли архитектуры в жизни общества, в связи с чем всегда наблюдалась тенденция решения противоречивых проблем архитектуры в ущерб человеку, которому легче самому приспособиться к окружающей среде, чем приспособить архитектурные объекты к изменениям, происходящим в обществе. Не умаляя значения архитектуры, можно сказать, что она является только частью культуры, развитие которой определяется законами развития общества. Поэтому люди не должны приспосабливаться к статичным неизменяемым параметрам объектов архитектуры, а скорее последние могли бы изменяться в соответствии с требованиями времени. Рассматривая архитектуру как живой организм, чутко реагирующий на изменения потребностей людей, архитекторы как прошлого, так и современные приходят к выводу о необходимости понимания архитектуры как искусственной среды, приспособленной к динамически изменяющейся действительности и отвечающей потребностям развития общества [43].

Концепция адаптирующейся искусственной среды прослеживается на протяжении всей истории архитектуры; любое здание или сооружение должно было адаптироваться в соответствующих природно-климатических и экономических условиях к удовлетворению определенных потребностей людей. Другое дело, что совершенно не учитывалась эволюция функций (по этапам существования и развития архитектурных объектов) одного из наиболее действенных формообразующих факторов. Архитектурная форма объекта рассматривалась только на стадии его "жизни" (эксплуатации), а на стадии

"рождения" (проектирования) не учитывалась эволюция функции, что вело к "смерти" — моральному износу здания.

По-видимому, назрела необходимость в коренном изменении традиционных методики и подхода к проектированию зданий и сооружений, в связи с чем актуален поиск "объективной" архитектурной системы проектирования, которая может включать несколько этапов, например, на информационном уровне (анализ существующей информации, разработка основной технической идеи и задания на проектирование), на концептуальном (создание архитектурной концепции объекта, разработка общих принципов композиции и ее развития), на эволюционно-адаптационном (разработка объемно-планировочного решения с учетом эволюции функций) или на реабилитационно-конструктивном уровне (при непредусмотренной эволюции функции), что позволяет учитывать все возможности изменения требований. В данном случае к трем пространственным измерениям прибавляется так называемое четвертое измерение — время [44]. Это требует разработки более совершенной методики проектирования зданий и сооружений, что позволит предусмотреть технические и композиционные возможности адаптации зданий к изменениям функции. Совершенно очевидно, что одним из основных направлений в практике проектирования является разработка гибких, трансформируемых, изменяемых объемно-планировочных и конструктивных систем.

Если с давних времен критерием качества здания считалась его полная устойчивость против воздействия времени и окружающей среды, т. е. долговечность, то сегодня она должна реализовываться не за счет стабильности, а за счет изменяемости — как главного принципа построения архитектурного объекта. Тезис, всегда с упреком высказываемый в отношении использования временных изменяемых (мобильных или трансформируемых) структур, о том, что "нет ничего более постоянно-

го, чем временное", приобретает истинный смысл. Принцип приспособливания зданий к новым условиям более рационален, так как отодвигает этап их моральной "смерти" и не влечет за собой дорогостоящие и трудоемкие работы, связанные с необходимостью перестройки или сноса зданий. В данном случае долговечность достигается именно временными средствами.

Таким образом, возникает возможность перейти от традиционной архитектуры к рациональной, т. е. к оптимизации жилой среды за счет изменяемости, гибкости, подвижности архитектурной формы, где непрерывное во времени преобразование архитектурных объектов становится одним из видов их существования. Такой подход позволит раскрыть потенциальные возможности архитектуры.

Все чаще предпринимаются попытки решить существующие в архитектуре проблемы с помощью динамических принципов формообразования. Эти вопросы привлекают внимание многих ученых как у нас, так и за рубежом на различных уровнях: от доктрин, концепций, теоретических и экспериментальных проработок до патентных разработок и реальных проектов. Все это представляет ценнейший и интереснейший материал, так как наделение архитектуры подвижностью и гибкостью несет в себе огромное богатство идей по динамической адаптации искусственной среды в соответствии с изменяющимися требованиями. Несмотря на сравнительно небольшой хронологический период времени разработки предложений, широта палитры и разброс областей использования таких идей настолько велики¹, а подходы к их решению настолько разнохарактерны и

разноаспектны, что зачастую возникают трудности как в нахождении различий между ними, так и в объединении по определенным признакам. Кроме того, наличие большого числа односторонних позиций в подходе к этой интересной междисциплинарной проблеме (с точки зрения социологии, физиологии, техники, эстетики, бионики и т. д.) придает еще больше путаницы.

Поэтому задачей настоящей книги является критическое осмысление теоретических основ, экспериментальных и практических разработок, связанных с адаптацией архитектурной формы путем использования динамических принципов, а также выявление наиболее рациональных способов их применения в практике проектирования и определение тенденций их развития. С этой целью в книге систематизирован и обобщен прогрессивный опыт теоретических и концептуальных разработок, а также опыт проектирования и строительства архитектурных объектов, связанных с рассматриваемой проблемой, и, кроме того, впервые проанализированы данные патентной литературы, представлены экспериментальные проекты, наиболее полно удовлетворяющие требованиям адаптации.

¹ От передвижных, сборно-разборных, трансформируемых, пневматических зданий, гибких и многоцелевых развивающихся систем, автономных космических, подводных, подземных и других комплексов, используемых в экстремальных условиях, до предложений биологической тотально изменяющейся гипотетической архитектуры будущего, включающей кибернетически развивающиеся архитектурные и бионические самоорганизующиеся системы и биоструктуры, а также объекты, оперирующие иллюзией движения при изображении его статическими средствами (в концепциях, провозглашающих идею движения сущностью художественного образа).

Глава 1.

ПРИНЦИПЫ ИЗМЕНЯЕМОСТИ АРХИТЕКТУРНОЙ ФОРМЫ

1.1. Динамическая адаптация архитектурных объектов

1.1.1. Понятия адаптации, мобильности и трансформативности

В последнее время такие понятия, как динамичность, адаптация, изменяемость, трансформативность, мобильность применяются не только в социологии, долгосрочном планировании, технике и других областях, но и в архитектуре, где они не имеют точного и общего понимания и используются в различных значениях и смысловых сочетаниях. В связи с этим следует попытаться раскрыть значение этого проблематичного понятийного комплекса относительно архитектуры и архитектурной формы.

Понятие *форма* используется в общем словесном смысле не только для материальных объектов, но и для имматериальных (литература, музыкальные произведения, световое излучение и др.). Наряду с понятием *форма* используются понятия *образ* и *структура*, которые включают в себя вид и способ соединения объектов из более мелких элементов. Каждый объект запечатлен процессом своего возникновения, который прочитывается чаще всего в своей форме, изменяющейся на протяжении всего срока его существования. Так как каждый объект находится в постоянном изменении (поверхность планеты, растущие и умирающие растения или сооружения и т. д. — все они возникают, стареют или приходят в упадок), то процесс формоизменения бесконечен.

Объект, форма которого очень быс-

тро изменяется, считается *антистатичным*, а объект, у которого форма не изменяется на протяжении длительного промежутка времени или медленно изменяется только внешне, — *статичным*. Если объект изменяет место нахождения, то он считается *мобильным*. Причем, мобильными могут быть как статичные объекты, так и быстроизменяемые. Так, статична форма самолета, но зато складное легкое покрытие находится в постоянном изменении.

Объекты, которые могут быть рассмотрены как результат важнейших процессов возникновения формы, принадлежат к различным сферам, охватывающим три основные группы процессов формообразования: 1) абиотические процессы изменения формы в области неживой природы (элементы солнечной системы, созвездия, светила, горы, горные породы, вода, кристаллы, молекулы, атомы, атомная структура и др.); 2) процессы развития видов с увеличением, ростом и смертью в области живой природы (клетка, клеточные колонии, многоклеточные растения, животные и др.); 3) процессы активности человека — формы продукта человеческой деятельности (дома, одежда, оружие, машины, книги, предметы искусства и др.).

Форма архитектурных объектов, являющихся результатом человеческой деятельности, имеет типовые особенности элементов по различным признакам, например по геометрическому, кроме того, она может иметь комбинаторные сочетания. Совершенно очевидно, что форма архитектурных объектов зависит от его функции, которая находится в постоянном развитии. В связи с этим форма объекта должна адаптироваться

к динамике эволюции его функции.

Понятие *адаптации*, или адаптивности, означает приспособление к условиям существования. В области неживой природы (солнце, звезды, горы, кристаллы, молекулы, атомы и др.) постоянное движение и изменение ее объектов, происходящие в результате их активности или реактивности, существует на основе жестких канонов образования формы, которая может повторяться, возвращаясь в исходные параметры. В области же живой природы (клетка, клеточные системы, растения, животные и др.), элементы которой рождаются, живут и умирают, происходит постоянное развитие и восстановление формы, которая не повторяется и не возвращается в исходные параметры.

Способность пассивно приспосабливаться к неизменяемым обстоятельствам ограничена. Все индивиды в общей биологии имеют в той или иной мере пассивную физическую приспособляемость, которая является автоматическим приспособлением к окружающей обстановке (к теплу или холоду, к дружбе или вражде, к сближению и т. д.). Степень пассивного физического приспособления человека зависит от окружения, например, она незначительна при температурных колебаниях и возрастает при колебаниях давления и при изменении содержания кислорода в воздухе. Существенное значение имеет активная приспособляемость человека к общественным нормам, к миру друзей и работы, а также к физическим условиям своего окружения. Если его приспособляемость повышается в связи с требованиями среды обитания, то возникает конфликт. Активная приспособляемость человека к окружению связана в первую очередь с одеждой и с домом, который, как и его жители, должен приспособливаться к окружающему миру и представляет собой искусственное климатическое укрытие.

Архитектура как искусственная среда, предназначенная для осуществления определенных функциональных

процессов, в той или иной степени вынуждена различными способами приспособлять свою форму и пространство к возникающим с течением времени новым требованиям и условиям. Приспособляемость архитектурной формы проявляется в двух аспектах: в статической (стационарной, традиционной) и динамической (гибкой, развивающейся) адаптации.

Статическая адаптация связана с теми случаями, когда на стадии проектирования архитектурного объекта не предусмотрена эволюция функции и по истечении определенного времени происходит его моральный износ, а также возникает необходимость приспособить его для новых условий эксплуатации. В данном случае имеет место своего рода реабилитация архитектурного объекта, которая в зависимости от меры адаптации к меняющимся условиям требует определенной степени его реконструкции: от замены устаревшего оборудования, мебели, технических устройств, перепланировки изменяющих свое функциональное назначение помещений в существующем объеме зданий и до изменения структуры зданий или сооружений путем надстройки или пристройки.

Собственно говоря, статическая адаптация архитектурных объектов является традиционной реконструкцией, представляющей непредусмотренное ранее изменение их функциональной и объемно-планировочной организации, и осуществляется путем частичного разрушения и модернизации, а также путем пристроек и надстроек или сноса здания и носит элементы "насильственной" реанимации отработанного объекта, что, как правило, ведет к трудоемким, долговременным и неэкономичным объемам работ.

Поэтому возможность адаптации зданий и сооружений к изменяемым условиям эксплуатации и требованиям к архитектурно-планировочной организации ненасильственным способом позволяет использовать принципы *динамической* адаптации, которая

предусмотрена на всех стадиях существования архитектурного объекта. Это и составит предмет рассмотрения данной книги.

Потребность в динамической адаптации архитектурных объектов обусловлена, с одной стороны, необходимостью устранения противоречия между постоянно растущими и изменяемыми потребностями людей и неизменяемостью характеристик среды, в которой эти процессы реализуются, а с другой, развитием технического прогресса, совершенствованием и появлением новых видов транспорта, индустриализацией строительства, что вызывает к жизни новые динамические способы возведения зданий и их эксплуатации. Основным признаком динамической адаптации архитектурных объектов является подвижность, а средствами ее проявления — мобильность и трансформация.

Мобильность, как понятие, применимое к различным видам человеческой деятельности, утвердилось и в архитектуре. Это обусловлено необходимостью решения многих задач архитектуры с учетом таких динамических факторов, как рост населения, его социальная подвижность и миграция, связанные с быстрым ростом городов, активным освоением новых районов и т. п. Так, при освоении новых районов наряду с традиционными типами стационарного жилища, представляющими основную форму расселения людей, появляется необходимость создания других типов жилища, отличающихся ограниченными сроками эксплуатации на одном месте и возможностью периодического перемещения в процессе эксплуатации. Поэтому наиболее полно удовлетворить специфические требования организации труда, быта и отдыха людей, вынужденных по роду своей деятельности периодически менять место приложения труда, смогут мобильные типы зданий и сооружений, пригодные к быстрой и многократной передислокации с минимальными материальными и трудовыми затратами. Потребность в мобильных объектах определяется спе-

цификой условий производства, организации труда и образа жизни в различных областях человеческой деятельности.

Термин *мобильное* по отношению к архитектурным объектам применяется и рассматривается в двух аспектах. С одной стороны, он означает соответствие и быстроту реагирования зданий или сооружений на изменяющиеся потребности и образ жизни людей, а с другой, — понимается как физическая подвижность: постоянная готовность к изменению места положения в пространстве, способность к передвижению.

Сознание человека всегда было связано с движением, которое он мог видеть и ощущать как в природе (ветер, вода, огонь и т. д.), так и в элементах предметно-пространственной среды (стрела, повозка, лодка и др.). Способы передвижения определяют форму мобильных объектов в зависимости от типа транспортного средства: самодвижущиеся (совмещенные со стационарной ходовой частью или инвентарной в виде подкатной тележки, а также фургоны); перевозные или переносные гужевым, автомобильным, железнодорожным, водным, воздушным транспортом (в собранном виде и полностью готовым к эксплуатации).

Скорость движения также влияет на форму мобильных объектов. Так, при низких скоростях, когда передняя часть движущихся объектов не встречает сопротивления среды, их форма практически не выражает движения и не определяет возможного направления, т. е. статична. В других ситуациях, когда требуется преодоление сопротивления среды (часто связанное с высокими скоростями), движущимся объектам придается форма, выражающая движение и его направление (обтекаемая форма автофургонов и трейлеров, киль лодок-домов, закругленные полозья у домов на санях и др.), т. е. динамика движения выражается во внешних формах мобильных объектов. В данном случае наблюдается противоречие между динамичностью формы движущихся

объектов и статичностью внутренней формы. Кроме того, форма мобильных объектов должна была всегда восприниматься во взаимосвязи с двумя их противоречивыми состояниями — движения и покоя (эксплуатации). Поэтому некоторые элементы мобильных объектов меняют свою форму в зависимости от этих состояний, что придает черты динамичности их форме, а иногда и ассоциативности с "живыми" формами.

Таким образом, динамический признак мобильности отражается как на функциональных возможностях зданий, так и на транспортабельных — при перемещении их различными видами транспорта. Здания и сооружения можно передвигать в собранном виде или полностью готовыми к эксплуатации с помощью различных транспортных средств (возможно также сочетание названных способов). Оптимальная оценка конструктивных решений мобильных объектов определяется комплексом показателей, характеризующих эти решения на каждой стадии существования и зависящих от условий их изготовления, транспортировки, монтажа, эксплуатации и демонтажа. Степень мобильности зависит от сроков эксплуатации мобильных объектов на одном месте (имеющие малые сроки называются высокомобильными). В зависимости от конструктивно-технологических решений различают: мобильные объекты из сборно-разборных, из объемных пространственных и из трансформируемых конструктивных элементов.

Трансформация как одно из основных средств проявления динамической адаптации архитектурных объектов к изменяющимся условиям и требованиям их эксплуатации — наиболее целесообразная альтернатива их оптимальной организации. Термин *трансформация* (лат. *transformatio*) означает изменение, преобразование. Относительно строительства и эксплуатации архитектурных объектов трансформация понимается как преобразование, которое может иметь обра-

тимые или необратимые процессы. В зависимости от этого по возможности изменения во времени процессы трансформации архитектурной формы могут быть *циклическими* (с возможностью возвращения пространственных характеристик среды в исходное состояние) и *ациклическими* (с отсутствием возможности реверсии, когда происходит необратимое изменение пространственных характеристик среды).

Циклическость трансформации определяет возможности изменения архитектурного пространства во времени (через определенные промежутки времени), которые могут быть кратковременными или периодическими (повседневными, регулярными и сезонными). Ациклические процессы трансформации можно назвать эволюционно-адаптивными, так как они осуществляются в течение всего срока эксплуатации архитектурного объекта, а необратимые изменения общего объема здания или его внутреннего пространства могут происходить на протяжении сравнительно длительного периода в связи с требованиями к динамически изменяющейся действительности.

В зависимости от характера преобразования трансформация архитектурных объектов включает:

"качественное" изменение архитектурного объекта путем преобразования внутренних элементов при сохранении его общих постоянных размеров, что обеспечивает многофункциональное использование пространства здания (трансформация зданий с универсальными пространствами при помощи раздвижных стен, перегородок, занавесей, перекрытий или полов). В данном случае происходят процессы внутренней адаптации архитектурного объекта в пределах внешней его оболочки;

"количественное" изменение общих габаритов здания, связанное с его конструктивной трансформацией (трансформация развивающихся зданий при помощи раскрывающихся покрытий, телескопически раздвигающихся частей здания, раздвижных стен и т. п.) в

соответствии с предъявленным к нему пространственными или природно-климатическими требованиями и с возможностью пакетирования здания, с его транспортировкой и установкой на новом месте. В данном случае происходят процессы внешней адаптации архитектурного объекта путем изменения его внешней оболочки, регулирующей связь между условиями окружающей среды и контролируемыми внутренними элементами.

Используемый при динамической адаптации класс трансформируемых конструкций включает конструктивные решения, обладающие статическими (в процессе эксплуатации) и динамическими (в процессе трансформации — монтаж, демонтаж) свойствами. При этом функциональные требования к конструкции обеспечиваются на всем промежутке трансформации. В зависимости от стадии существования здания трансформация может быть: *транспортной* (здание, его части или элементы путем трансформации могут быть переведены в иное функциональное состояние — дисфункциональное, например складень, пакет и др.); *монтажно-демонтажной* (особые требования предъявляются к геометрическим параметрам трансформируемых конструкций с учетом кинематических особенностей трансформации, а также физических характеристик конструктивных элементов); *эксплуатационной* (особое значение приобретают функциональные требования к архитектурной форме здания, учитывающие особенности технологии эксплуатации здания, и к архитектурным конструкциям, обеспечивающим временное статическое состояние при минимуме средств обратимого перехода в динамическое).

Трансформация архитектурного объекта обеспечивается объемно-планировочным и конструктивным решениями всего здания или сооружения и может производиться на уровне как комплекса конструкций, так и отдельной трансформируемой конструкции или приспособления. В целом транс-

формируемая система должна обладать и динамическими, и статическими свойствами, сохраняя устойчивость в различных состояниях и обеспечивая требования эксплуатации. Причем, переход из одного состояния в другое должен производиться минимальным числом геометрических параметров, обеспечивающих устойчивость.

По виду движения трансформация подразделяется на поступательную и вращательную, а по направлению движения — на параллельное, циркулярное, центрально-периферическое. По способам изменения формы различают следующие виды трансформации: упругую деформацию, сдвигу (телескопический принцип), сборку (мягкие складки), скатывание, складывание, вращение, удаление связей и трансформация из плоскости. По статической работе трансформируемых конструктивных систем различают жесткие и гибкие системы, а по геометрическому принципу — стержневые, плоскостные или объемные. В связи с этим геометрию пространственной формы рассматривают в зависимости от вида развития системы (линейное, плоскостное или объемное) и ее контура (прямолинейный, ломаный, криволинейный). Изложенное позволяет судить о сложности подхода к рассмотрению типовых особенностей трансформируемых конструктивных систем и проведению их классификации.

Таким образом, с точки зрения приспособляемости архитектурной формы существует статическая адаптация (непредусмотренная) и динамическая (предусмотренная). Основным признаком последней — подвижность, а средства ее проявления — мобильность и трансформация (процессы которой могут быть циклическими и ациклическими).

С позиции проектирования в пределах широты контекста адаптации и специфических аспектов создания искусственной среды обитания существуют следующие виды адаптации: *структурная* (композиционная), имеющая отношение к основным принципам про-

екта и включающая локальные реакции, мобильность, планирование жизненных процессов; *внешняя* — касающаяся внешней оболочки архитектурного объекта или внешней связи между природными условиями окружающей среды и внутренними элементами; *внутренняя* — касающаяся внутренних элементов, изменяющихся в пределах внешней оболочки; *ответная*, определяющая проектирование как продолжительный процесс и включающая механизмы получения обратной связи с выполнением проектных установок и развития реакций на адаптационные процессы.

Основное требование комплектации полной адаптации искусственной среды обитания — осмысление ее проекта как индивидуального творческого процесса людей в соответствии с эволюцией их потребностей. Процессы адаптации архитектурных объектов находят самое широкое проявление и использование в человеческой деятельности.

1.1.2. Сферы проявления и использования

Обычно адаптация к окружающей среде состоит в большинстве случаев из приспособливания человеческих потребностей к статичным архитектурным объектам. Зачастую человеку проще самому адаптироваться к окружающей среде, чем проводить значительную переделку или перестройку жилой среды обитания.

Стремление к гуманизированной технологии, к учету индивидуальности, к совершенствованию уровня жизни приводит к выявлению и определению потребностей человека для смягчения негативных влияний окружающей среды и более широкого внедрения мероприятий по уменьшению материалов и энергетических источников. Дальнейшая эволюция искусственной среды обитания людей, связанная с адаптационными процессами, предполагает, с одной стороны, приспособление к возрастающим потребностям человека и

постоянное изменение формы архитектурных объектов в связи с поиском и разработкой новых органических форм (т. е. упразднение "эксплуатации" человека со стороны среды обитания), а с другой, — ограничение или уменьшение объемов потребления материалов и энергетических источников, требующих переориентации к возобновляемым источникам энергии, таким, как ветер, солнце, отливы и приливы, биологический рост и т. д. (т. е. упразднение "эксплуатации" человеком природы — от антропоцентричных к биоцентричным отношениям).

В связи с этим проявление и использование принципов адаптации обусловлено необходимостью осуществления следующих процессов: развитие стратегии экономического использования незаменимых или возможно затухающих источников (земля, сырьевые материалы, продукты и энергетические источники); минимизация воздействий негативной среды обитания (загрязнения воздуха, бионеразлагающиеся отходы продуктов, шум и развал городов и др.); эксплуатация экологически сбалансированных систем; разработка альтернатив для продолжения и улучшения условий жизни.

Совершенно очевидно, что перечисленные процессы дальнейшей эволюции среды обитания человека немыслимы без симбиоза приспособляемости людей и приспособляемости архитектурных объектов, который в основном достигается путем использования принципов динамической адаптации. С позиции проявления и использования этих принципов адаптация архитектурных объектов может быть в зависимости от времени проведения погодной, сезонной, суточной, а в зависимости от развития или изменения функциональных процессов — производственной, жилой, общественной, а также может иметь другие виды проявления. Рассмотрим некоторые из них.

В большинстве случаев погодной и сезонной адаптации использование изменяемых покрытий дает возмож-

ность защищать здания от осадков, в жарких странах — от сильных солнечных лучей, а иногда, например каток, с одной стороны, от солнца, а с другой, от снега. Здесь приходится проектировать исходя из двух ситуаций: обычная внутрипространственная деятельность при благоприятной погоде осуществляется на открытом воздухе, и в то же время обычная деятельность на открытом воздухе должна будет защищена при неблагоприятной погоде.

Внутрипространственная деятельность в обычных случаях осуществляется в закрытом пространстве, которое используется независимо от погоды путем отопления, изоляции, проветривания или кондиционирования. Однако использование изменяемых трансформируемых покрытий позволяет выбирать при хорошей погоде между встроенным искусственным кондиционированием и естественными внешними условиями. Примерами могут служить использование зала бассейна летом открытым, а зимой — закрытым, или изменяемое покрытие, под которым может находиться целый поселок или даже город. Деятельность на открытом воздухе может осуществляться как круглогодично (базары, торговые улицы, пешеходные зоны), так и в теплое время года (театры на открытом воздухе, певческие сцены, выставки, ярмарки или спортивные мероприятия). Однако из-за внезапной плохой погоды эта деятельность может быть прервана. Применение быстро трансформируемых защитных покрытий позволяет приспособиться к погодным переменам, ликвидировать помехи и провести мероприятия так, как они были запланированы. Такие легко монтируемые и демонтируемые покрытия могут использоваться и над историческими руинами или другими объектами, не связанными конструктивно с покрытием.

Погодная адаптация может объединяться с производственной целью, например при сельскохозяйственном производстве. Особенно это актуально в

жарких странах при создании теневых изменяемых трансформируемых покрытий над растительными культурами. Использование элементов покрытия различной водо- и светонепроницаемости дает дополнительные возможности в дозировке солнечного света соответственно росту каждого растения или уравниванию суточных или годовых экстремумов.

Не менее актуально использование принципов динамической адаптации при организации индустриального строительства, особенно при создании больших монтажных залов для возведения большеразмерных объектов (верфи, авиа- и космические объекты и др.). По своей монументальности такие сооружения схожи с временными объектами культового или сакраментального назначения (надувные и трансформируемые воронки, колонны, башни и т. д.), воздвигаемые только на время проведения этих мероприятий.

Возможности динамической адаптации используются и при создании гибкого и многофункционального внутреннего пространства не только путем трансформации его элементов, но и посредством изменения акустических и световых свойств (особенно это актуально при организации интерьеров общественных зданий).

Необходимость применения принципов динамической адаптации архитектурных объектов проявляется во многих сферах человеческой деятельности, особенно там, где требуется повышение гибкости зданий и сооружений в целях достижения более продолжительного периода их интенсивной эксплуатации и рационального использования во времени (как при повседневной эксплуатации, так и в процессе их эволюционного развития).

Если говорить о динамической адаптации архитектурных объектов, осуществляемой средствами мобильности, то диапазон использования в различных областях человеческой деятельности зданий и сооружений, пригодных к быстрой и многократной передислокации

с минимальными материальными и трудовыми затратами и предназначенных для временного проживания и полноценного удовлетворения потребностей людей, широк в географическом, и в прикладном плане.

Совершенно очевидно, что мобильные здания и сооружения обеспечат не только необходимый уровень проживания, но и создадут комфортные условия для людей, работающих в различных отраслях хозяйства: в добывающей промышленности — нефтегазовой (базы буровых и эксплуатационных бригад, поселки участков), цветных металлов (поселки экспедиционного способа разработки месторождений, участковые поселки), лесной (базы бригад, глубинные поселки) и др.; в строительстве линейных сооружений (трубопроводы, дороги и др.), крупных объектов и гидроэлектростанций (пионерные поселки бригад по подготовке ложа водохранилища и др.); в сельском хозяйстве — в качестве сезонно обитаемых жилищ: полевых станов, летников и зимников животноводов (очень распространенных в районах отгонно-пастбищного животноводства, использующего огромные территории пастбищ), рыболовецких и охотничьих станов промысловых организаций (базы оленеводческих бригад) и др.; в различных научно-исследовательских экспедициях: геологических (поселки отрядов, поселки геологоразведочных партий и экспедиций), археологических, метеорологических и др., а также в научных экспедициях, связанных с исследованием космического пространства и подводного мира, а также районов с экстремальными условиями — Крайнего Севера, зон пустынь, высокогорных и других труднодоступных районов, имеющих сложные, неблагоприятные, а порой невозможные без технически оснащенной аппаратуры условия существования людей, требующие защиты человека от окружающей агрессивной среды.

Не менее очевидна необходимость создания и применения мобильных лег-

ко монтируемых и демонтируемых зданий и сооружений для организации поселений людей, потерпевших бедствие в результате катастрофы (землетрясения, наводнения, пожары, аварии атомных объектов и химических производств и др.). К сожалению, решению этой проблемы уделяется мало внимания, и вспоминают о ней только тогда, когда произойдет несчастье, и острота ее достигает предела.

В последнее время в связи с развитием туризма и активного отдыха возникает острая необходимость разработки и создания как легких переносных, так и передвижных типов мобильных зданий для организации массового кратковременного отдыха людей (особенно сезонного). Это требует расширения и строительства новых баз отдыха, пансионатов, туристических баз, кемпингов, в том числе с применением мобильных передвижных и сборно-разборных зданий и сооружений.

Кроме того, мобильные здания и сооружения используются при самых невероятных ситуациях, например при организации временного жилья для паломников-пилигримов. В частности, в Мекке собирается огромное количество верующих, и возникает проблема создания палаточных лагерей с организацией всех необходимых условий пребывания людей и проведением мероприятий, сопутствующих религиозному ритуалу.

Мобильные дома широко применяются и для обычного проживания людей. В связи с этим как одно из направлений в домостроении США, Канады и других стран в последнее время стала развиваться индустрия мобильных передвижных домов, которые составляют большую долю всех односемейных частных домов. Популярность мобильного жилища для постоянного проживания обусловлена не столько техническим уровнем развития страны, сколько социально-экономическими причинами (выдача субсидий для приобретения передвижных домов, а также сравнительная их дешевизна по сравнению с капи-

тальными). Число сторонников передвижных домов увеличивается из года в год, так как условия жизни в таких поселках координируются со стандартными нормами, включающими конструктивные и функциональные требования, сопоставимые с требованиями к домам традиционного типа.

Развитие тенденций мобильности находит широкое применение в стационарной архитектуре, особенно в жилище. При одной и той же стоимости мобильное жилище выгодно отличается от последнего по комфортабельности благодаря рационализации и миниатюризации оборудования, использованию принципов трансформации, связанных с экономией пространства обитания. Поэтому мобильное жилище содержит в себе много возможностей для повышения качества стационарного жилища. Результаты исследования мобильных типов жилища позволяют уточнить понятие жилища на ближайшую перспективу, а также решить технические проблемы, направленные на поиск сверхлегких, многофункциональных, компактных элементов не только несущих конструкций, но и внутреннего оборудования жилища.

При динамической адаптации архитектурных объектов использование принципов конструктивной трансформации, основанных на достижениях строительной техники, открывает большие преимущества и перспективы для осуществления функциональных процессов практически во всех областях человеческой деятельности.

В первую очередь это можно сказать обо всех областях применения мобильных зданий и сооружений, где проводятся попытки удовлетворения противоречивых технико-экономических требований к материалам, конструкциям и габаритам зданий, определяемых условиями их изготовления, транспортировки, монтажа, эксплуатации и демонтажа. С одной стороны, жесткие ограничения габаритов при транспортировке и с другой, необходимость обеспечить максимальную пло-

щадь при эксплуатации или же удовлетворение условиям наиболее полной заводской готовности и в то же время гибкости использования обитаемого пространства привели к необходимости разработки мобильных зданий и сооружений на основе принципов трансформации (в виде раскладывающихся и раздвигающихся структур). Возможность изменения объема и габаритов здания как в процессе монтажа, так и в процессе эксплуатации, эффективное соотношение транспортных и эксплуатационных объемов и в то же время высокая заводская готовность элементов придают мобильным зданиям большие преимущества.

Несмотря на то, что возможности применения трансформативных элементов и устройств, обеспечивающих гибкость и рациональность планировки зданий, безграничны, к сожалению, на практике область использования принципов трансформации в основном ограничивается общественными и производственными зданиями. Имеются лишь проектные и экспериментальные разработки трансформации помещений жилых зданий. Практически принципы трансформации с целью предусмотренной адаптации зданий и сооружений могут быть применены во всех случаях проявления потребностей людей в изменении архитектурного пространства, причем для любых условий протекания процесса: при обратимых и необратимых процессах трансформации, количественных или качественных ее проявлениях, для условий транспортной, монтажной или эксплуатационной трансформации зданий и сооружений. Такая широкомасштабность сфер проявления и использования принципов динамической адаптации архитектурного пространства и формы говорит о настоятельной необходимости более подробного рассмотрения этой актуальной тенденции в архитектуре. В связи с этим сначала рассмотрим условия формирования изменяемого архитектурного пространства, его факторы, требования и критерии его оценки.

1.2. Условия формирования изменяемых архитектурных объектов

1.2.1. Факторы формирования

Как известно, формирование архитектурных объектов происходит под воздействием совокупности факторов среды, влияющих на определение требований к их организации. К основным факторам формирования зданий и сооружений всегда относили природно-климатические условия, социальные особенности и технико-экономические возможности общества. Однако формирование архитектурных объектов с использованием принципов предусмотренной динамической адаптации невозможно без учета фактора времени — главенствующего фактора в социально-экономическом развитии общества. Рассмотрим особенности перечисленных факторов и механизм их действия при формировании изменяемых архитектурных объектов.

Природно-климатические условия полностью определяются географическими особенностями района, в котором находится архитектурный объект. Они влияют на формирование требований к параметрам и гигиеническим качествам зданий или сооружений, а также к их архитектурно-пространственным и конструктивным решениям.

Будучи существенным фактором, влияющим на структуру архитектурного объекта, природно-климатические условия вместе с тем стабильны, так как практически не меняются в течение времени существования здания или сооружения. Поэтому природно-климатические условия не могут в большей степени определять требования к изменяемым архитектурным объектам (исключением являются изменения, связанные с сезонной трансформацией).

Социальные факторы динамичны, так как в основном определяют эволюцию функцию, которая является одним из основных формообразующих факторов и включает комплекс социально-

демографических, социально-экономических и социально-культурных особенностей общества.

Наиболее подвержены изменениям **социально-демографические факторы**, характеризующие особенности образа жизни людей (демографическую и возрастно-половую структуру населения, уровень его образования и профессиональный состав, формы внепроизводственной деятельности, бюджет времени и др.), динамику роста и демографии населения, численность населения, длительность его пребывания в поселении, характер миграционных процессов и др. Эти факторы, влияя на функционально-пространственную организацию архитектурных объектов, определяют типы жилища по условиям заселения, характеру обслуживания и в значительной мере их планировочную структуру.

Особенно важен учет социально-демографических факторов при поэтапных формах организации процесса строительства жилых образований или освоения района. Это влияет на формирование типов поселений и их структуру, так как для каждой стадии устанавливается назначение поселения, тип его заселения, оптимальные размеры, профессиональный состав жителей, специфика демографии и другие показатели, влияющие на характер набора зданий.

Динамические процессы, происходящие в обществе, непосредственным образом связаны с ростом уровня и структуры потребления, что ведет за собой использование принципов динамической адаптации при формировании архитектурного объекта, отвечающего возросшим требованиям общества. В случае недоучета развития структуры изменения уровня потребления или ошибки при определении расчетной и перспективной численности и демографической структуры населения возникают противоречия между моральным и физическим износом зданий и сооружений. А это в свою очередь ведет к увеличению затрат по реконструкции и снижению их экономической эффективности.

Социально-экономические факторы, тесно связанные с социально-демографическими, определяют особенности материально-технической базы и организации строительства в регионе, которые в свою очередь зависят от характера производственной базы, запасов ресурсов, транспортной освоенности территории, уровня развития стройиндустрии, а также новейших технических средств, рекомендуемых для использования в определенном географо-экономическом регионе. Эти факторы, влияя на определение типа поселения и его места в системе расселения, сказываются на характер организации процесса обслуживания.

Учет социально-экономических факторов особенно важен при прогнозировании и планировании во всех отраслях хозяйства и, в частности, в строительстве (при разработке проектов районной планировки, генпланов городов и т. п.). Это способствует предупреждению морального старения как проектов, так и осуществленной застройки, а также отдельных зданий и сооружений.

Изменение экономического потенциала и уровня потребления общества ведет к изменению градостроительных систем (систем обслуживания, планировки жилых образований, номенклатуры типов жилых и общественных зданий, норм их проектирования и планировочной организации и т. д.) и соответственно концепций и тенденций их развития. Так, рост уровня потребностей приводит к корректировке градостроительно-сетевых норм номенклатуры типов зданий и сооружений, их объемно-планировочной и конструктивной системы, а также соответствию архитектурных объектов изменившимся условиям, что часто ведет к необходимости их приспособления средствами как статической, так и динамической адаптации.

Под влиянием научно-технического прогресса общества происходят изменения в функционально-технологической организации многих процессов в

различных областях науки, техники и производства, а также в сфере жилья и обслуживания. Это в свою очередь меняет технологию процессов, что соответственно порождает новую типологию зданий или требует приспособления старых зданий к новым условиям.

На формирование изменяемых зданий и сооружений влияют и *социально-культурные факторы*, в частности социально-психологические и социально-эстетические. Совершенно очевидно, что архитектурные объекты должны не только удовлетворять условиям осуществления функциональных процессов, но и обеспечивать психологически удобные и эстетически приятные условия обитания. Поскольку человеку намного легче приспособиться к условиям существования, чем изменить здание или сооружение, то всегда есть тенденция жертвовать человеком в пользу социальных и технико-экономических факторов. Как правило, проблеме организации обитаемого архитектурного пространства в психолого-эстетическом плане практически не уделяется внимания (в угоду решению других проблем), а влияние их на человека значительно. Особенно это прослеживается, например, в экстремальных условиях существования, где отрицательные факторы среды обитания (непривычность впечатлений от окружающей обстановки, специфические взаимоотношения между людьми, автономность поселения и его своеобразная изоляция от городских поселений, проживание продолжительное время в отрыве от семьи, тесное взаимопроникание сферы быта и производства, пространственное сближение мест жилья и труда, что предопределяет специфичность общения между людьми и др.) в значительной мере обуславливают психолого-эстетические требования.

Так, если рассматривать принципы архитектурно-пространственной организации среды обитания в условиях мобильного жилища, то прежде всего обращает на себя внимание компактность

обитаемого пространства, вызванная требованиями транспортировки. В связи с этим определение норм жилых и обслуживающих помещений должно базироваться на антропометрических законах динамики человеческого тела, что позволит выявить допустимые размеры мебели, расстояния между предметами и, следовательно, минимальные габариты помещений, а механическая вентиляция (кондиционирование воздуха) даст возможность обеспечить нормальный санитарно-гигиенический режим в помещениях малого объема. Здесь целесообразно использовать опыт смежных областей негражданского строительства — вагоно-, автомобиль- и судостроения, где задача экономии объемов и увеличения комфортабельности помещений определяется условиями их эксплуатации.

Кроме того, можно воспользоваться приемами зрительного увеличения помещений путем разного освещения плоскостей, зрительного членения второстепенных плоскостей и обобщения главных, дифференцированно применяя оптимальную гамму цветов для помещений различного назначения, определенную фактуру материалов, производящую различные впечатления при освещении с разных точек, цветности и интенсивности общего и местного освещения, а также выбирая рациональные пропорции помещения. Интерьеру мобильного жилища, по-видимому, должна быть присуща определенная зрительная сложность, но не надуманная, а органическая, обусловленная функциональной логикой и проработкой деталей. Учитывая влияние непривычной внешней обстановки, следует избегать необычных форм внутреннего оборудования, которое должно быть максимально автоматизированным и технически совершенным.

Учет социально-эстетических и социально-психологических факторов при решении конструктивных элементов требует тщательного изучения, так как неуверенность в надежности конструкций обитаемого пространства и его

систем может вызвать чувство тревоги. Однообразие окружающей среды и другие специфические черты можно устранить путем создания таких конструктивных структур, которые составлялись бы из унифицированных элементов, обеспечивающих градостроительную гибкость и эстетическую выразительность.

Удовлетворение этих динамически развивающихся требований при организации архитектурной среды вызывает к жизни использование динамических способов адаптации зданий и сооружений для обеспечения оптимальных пространственных условий реализации жизнедеятельности с целью, с одной стороны, удовлетворить потребности индивида в полной физической и психологической изоляции для его защиты от избыточных контактов, а с другой, — для организации общения и совместной деятельности индивида в сфере различных социальных групп.

В связи с этим можно выделить следующие пути оптимального решения изменяемого архитектурного пространства. Один из них — нахождение возможных приемов увеличения пространства обитания путем использования приемов трансформации основных конструктивных систем. Другой путь — создание универсальных гибких пространств, допускающих их многофункциональное использование путем применения приемов трансформации оборудования и мебели. И, наконец, третий путь создания не только функционального, но и психологического комфорта в ограниченном пространстве — использование разнообразных архитектурных принципов проектирования (статические и динамические приемы и эффекты изменения пространства).

С этой целью можно использовать некоторые особенности восприятия человеком окружающей среды, включающей целый ряд иллюзорных ощущений при оценке параметров среды обитания: истинные размеры помещений, температура, степень изолированности и др.

Среди средств, определяющих архитектурную композицию в решении пространственной среды, большое значение имеет учет объективных закономерностей физиологической оптики, сознательно и направленно использующей особенности зрительного восприятия для решения практических задач иллюзорного изменения пропорций помещений и оборудования. Один из активных факторов, организующих эстетическое восприятие, — кинетика цвета и света, дающая динамические эффекты изменения пространства, его образа и неразрывно связанная с вопросами, касающимися формы, конструктивных особенностей предметов и оборудования.

Технико-экономические факторы, обусловленные уровнем развития строительной техники, инженерного и бытового оборудования, а также средств доставки и перемещения (в случае мобильных зданий) в определенном географическом районе, в основном влияют на определение типа здания, выбор его конструктивного решения, материалов, инженерного оборудования, а также на методы изготовления, транспортировки, монтажа зданий и сооружений и их эксплуатацию. Как правило, требования к зданиям и сооружениям, обусловленные технико-экономическими факторами, наиболее полно разработаны и учитываются в существующей практике создания архитектурных объектов и их конструктивных систем. Зачастую при оценке типов зданий и сооружений технико-экономические показатели конструктивного решения используют как критерии оценки качества всего архитектурного объекта.

При создании изменяемых архитектурных объектов эти факторы определяют особые требования к конструктивным системам, трудность проектирования которых заключается в противоречии технико-экономических требований к материалам, конструкциям и габаритам зданий, определяемых условиями их изготовления, монтажа, эксплуатации и демонтажа.

Так, в процессе их эксплуатации требуется связанная с изменением состава некоторых функциональных процессов гибкость использования пространства обитания, допускающая возможность перепланировки или изменения габаритов здания. Это в свою очередь требует повышения уровня разработки технического оснащения как самого здания, так и его внутреннего оборудования, а в связи с многократностью их использования — повышения прочности конструктивных систем, в то время как условия транспортировки требуют изготовления конструкций из облегченных материалов.

Совершенно очевидно, что при проектировании и изготовлении конструктивных систем для организации изменяемых архитектурных объектов нецелесообразно применение традиционных методов и материалов, а это определяет и частные задачи, такие как поиски новых строительных материалов, применение которых позволит уменьшить массу конструкций, разработка малогабаритных систем инженерного оборудования, повышение системы технического оснащения архитектурных объектов и др.

Определение требований к изменяющимся зданиям или сооружениям невозможно провести, не опираясь на физическую сущность динамической адаптации и ее изменения во времени, т. е. без учета фактора времени. Как известно, основными формами существования материи являются время и пространство, взаимосвязанные с движущейся материей, они проявляются и связаны с движением. Согласно теории относительности А. Эйнштейна, время и пространство, движение и материя выступают как стороны единого и многообразного целого. В связи с этим предсмотренная динамическая адаптация архитектурных объектов, рассчитанная на определенные сроки их существования, вступает в пространственно-временную взаимосвязь с движением и с восприятием человека.

В этом смысле тезис об архитектуре,

как "застывшей музыке", перестает действовать, так как архитектура из статического состояния переходит к свободному органическому равновесию всех ее составных элементов. "Характерным для современной архитектуры являются не отдельные изменяющиеся формы, а возможность их модификации в пространстве. Пространственно-временная концепция представляет собой взаимодействие и взаимопроникновение внутреннего и внешнего пространства и одновременность восприятия этой связи человеком" [12].

Жизнь человека во всех ее проявлениях связана с действием, движением во времени, а его потребности являются главным критерием при создании архитектурных объектов. Поэтому основная проблема в архитектуре — восстановление тесной живой взаимосвязи архитектурных проектов с реальной действительностью и приспособление их к существующим и по возможности к будущим условиям жизни. Несомненно, это потребует разработки комплексного метода проектирования среды обитания человека с учетом большого числа влияющих факторов, развивающихся во времени. В этом смысле важно представлять структурно-логическую модель среды обитания человека в системе "человек — среда — объект" на основе взаимодействия трех объективных начал: естественная, искусственная и социальная среда обитания [25].

Таким образом, формирование изменяемого архитектурного пространства и архитектурных объектов невозможно без учета эволюции изменений его структуры во времени, что потребует приведения всех составляющих его элементов в тщательно продуманное динамическое равновесие.

1.2.2. Требования и критерии оценки

Влияние рассмотренных факторов сопровождается бросающимися в глаза противоречиями, вытекающими из особенностей формирования изменяемых архитектурных объектов. В связи

с этим возникают сложности в оценке и выборе оптимального варианта. Эти трудности объясняются и тем, что любое проектируемое здание или сооружение представляет собой сложную систему взаимосвязанных между собой элементов, оцениваемых по различным критериям оптимальности. Поэтому изменяемые архитектурные объекты являются системой взаимосвязанных по функциональным, технико-экономическим и эстетическим требованиям зданий и сооружений, необходимых для обеспечения оперативной и качественной динамической адаптации к меняющимся условиям среды. Несомненно, такая система отличается большой сложностью компонентов.

Как известно, сложные системы определяются следующими признаками: многомерностью (множеством подсистем, элементов и их отношений); многогосвязанностью (взаимосвязи между элементами, а также подсистемами одного и различных уровней); многокритериальностью (различие критериев оптимальности для подсистем и глобальных критериев системы, их противоречивость); многоплановостью (статические, динамические и другие звенья) [25].

Проведение оценки изменяемых архитектурных объектов с позиций перечисленных признаков представляется сложным и не входит в задачи настоящей книги. Поэтому для выявления особенностей изменения архитектурной формы с позиций статики и динамики необходимо вопросы оценки изменяемых архитектурных объектов рассматривать с учетом осуществляемых в них процессов на всех стадиях их существования и эволюции функции под влиянием рассмотренных выше факторов. При таком подходе критерии оценки, в которых находят свое отражение эти факторы, составляют две группы: 1) развитие мобильности и трансформативности, т. е. технические (обусловленные технико-экономическими факторами и позволяющие оценивать конструктивное решение); 2) развитие функции, т. е. функциональ-

но-пространственные (отражающие всю группу социальных факторов и характеризующие функционально-пространственную организацию архитектурного объекта и ее развертывание во времени).

С точки зрения изменения архитектурной формы, на первый взгляд (как это и существует на практике), технические критерии имеют главенствующее значение, так как они связаны с конструктивным решением объекта, оценка которого зависит от удовлетворения главных требований динамической адаптации — мобильности и трансформативности.

Оптимальная оценка решения изменяемого архитектурного объекта определяется комплексом показателей, которые наиболее полно характеризуют данное архитектурно-планировочное и конструктивное предложение на каждой обязательной взаимосвязанной и последовательной стадии существования: проектирование, создание (изготовление), транспортирование, возведение (монтаж), эксплуатация и демонтаж или адаптивно-эволюционная трансформация. Все перечисленные стадии зависят от социальных и технико-экономических условий и определяют техническую политику заказчика (потребителя в лице индивиду, организации или общества) [25].

Стадия *проектирования* для изменяемых зданий и сооружений с предусмотренной динамической адаптацией как ни в каких других объектах играет первостепенное значение. Это обусловлено тем, что на этой стадии должны закладываться все этапы эволюции функции объекта, что повлияет не только на формирование функционально-пространственной организации, но и на решение конструктивной системы изменяемого объекта. Цикл жизни такого объекта в идеале должен начинаться с анализа оценки, выбора лучших альтернатив и разработки основной технической идеи, после чего разрабатывается задание на ее проектирование. При этом технические идеи, отобранные для

реализации, должны соответствовать лучшим отечественным и международным существующим решениям и, как правило, быть запатентованы, что гарантирует их высокие потребительские свойства.

Реализация обоснованных технических идей продолжается в проектных разработках, которые должны отвечать как современным требованиям, так и быть готовыми учесть возможные изменения требований в связи с эволюцией функции объекта. В этом смысле коренным образом меняется концепция архитектурного объекта, что влечет за собой изменения как в его структуре, так и в методике проектирования.

Изменяемость архитектурных объектов, обладающих свойствами динамической адаптации и предназначенных для эксплуатации на протяжении определенного периода времени, предопределяет необходимость осуществления процесса проектирования на основе прогнозирования эволюции функции, формируемой под воздействием перечисленных факторов. Однако даже научнообоснованное прогнозирование этих факторов возможно лишь на гипотетическом уровне, что определяет только основные тенденции их развития. Это диктует необходимость создания также и полностью независимой от прогноза системы проектирования, так как существующий традиционный метод проектирования (с его законченным проектом) слишком консервативен для рассматриваемых типов зданий и сооружений.

Проектирование из одномоментного акта превращается в постоянный процесс, отражающий любые изменения требований к архитектурному объекту. В связи с этим можно различить следующие этапы проектирования: на информационном уровне (анализ существующей информации, разработка основной технической идеи и задания на проектирование), на концептуальном уровне (создание архитектурной концепции объекта, разработка общих наиболее стойких принципов композиции

и ее развития), на эволюционно-адаптационном уровне (разработка конкретных объемно-планировочных решений на весь период существования объекта с учетом эволюции функции) или на реабилитационно-реконструктивном уровне (при условии непредусмотренной статической адаптации архитектурных объектов).

Многие существующие проекты изменяемых зданий и сооружений разработаны в основном на концептуальном уровне с определенной формализацией архитектурной идеи (концепции) к нейтральной действительности. Поэтому разработки на эволюционно-адаптационном уровне являются предпосылками для разработки "объективной" системы проектирования, которая соответствует субъективно-адекватному отражению действительности. В этом смысле можно воспользоваться теоретико-методическими средствами сценарного моделирования, призванного имитировать деятельность человека в трансформируемой среде и включающего: концептуальное моделирование (составление сценариев, предписывающих определенные формы поведения в различных средовых условиях), сценарное моделирование малых жанров (осуществляемое на малых макетах, представляющих трансформируемую среду и человека) и сценарное моделирование натуральных жанров (театрально-сценическое) с участием актеров, разыгрывающих фрагменты концептуального сценария [7]. Использование этого метода позволит проследить эволюцию функции в изменяемых зданиях и сооружениях.

Для разработки и выбора эффективного и оптимального варианта конструктивного решения изменяемых архитектурных объектов можно использовать методы имитационного моделирования, которое формализует информацию об исследуемой конструктивной системе в общем структурно-логическом виде. Использование этого метода при определении эффективности конструктивной системы на ранних

стадиях проектирования дает возможность, основываясь только на определении физического смысла мобильности (не зная технологических, физико-механических и других свойств элементов технических идей строительной конструкции), синтезировать модель с учетом дискретного характера функционирования трансформируемой или мобильной системы в целом. Это позволяет отобразить возможную динамику развития изменяемой конструктивной системы в пространстве и во времени и в итоге получить достаточно высокую адекватность имитационной модели (так как ее структура близка к функциональной и логической структурам моделируемых систем), а также возможность комплексного исследования различных альтернатив изменяемых конструктивных систем и их технических идей на множестве модельных реализаций ее функционирования, т. е. проведения статистических экспериментов. Создание такой имитационной модели в общем виде включает четыре последовательных этапа: формирование проблемы и постановка задачи с указанием критериев и ограничений; формирование символической (концептуальной) модели; конструирование алгоритма функционирования системы, включающее формализацию статической структуры и динамики работы системы; проверку адекватности имитационной модели реальной конструктивной системе (или ее технической идее) [25].

Стадия изготовления изменяемых конструктивных систем характеризуется совокупностью таких показателей, как расход материала и его стоимость, а также сложность изготовления, определяемая количеством труда и временем изготовления. При одинаковом расходе материалов наиболее существенные показатели на этой стадии — сложность и стоимость изготовления, а также степень заводской готовности.

Однако на величину этих экономических показателей значительное влия-

яние оказывает оптимизация выбора системного подхода к созданию изменяемых зданий и сооружений, наиболее полно удовлетворяющего всем требованиям. В связи с этим для создания архитектурных объектов, не препятствующих любым изменениям в социальной среде, необходимо использовать принцип "открытости" системы архитектурного объекта, позволяющий ему изменяться в зависимости от изменений требований к нему общества.

Открытые конструктивные системы, родившиеся еще в 1920-е годы под руководством М. Гинзбурга в результате использования взаимозаменяемых стандартных элементов, дают вариантность объемно-пространственных решений и планировочную гибкость в процессе эксплуатации зданий или сооружений путем обеспечения свободной планировки и трансформации внутреннего пространства. Среди основных требований открытого метода типизации конструктивных систем изменяемых архитектурных объектов можно выделить следующие:

типизация и взаимозаменяемость стандартных элементов конструкции (а не здания в целом), обеспечивающая вариантность объемно-пространственной структуры, а также способность развития элементов в трех направлениях пространства;

общность узлов обратной связи и их единая система модульной координации размеров, конструктивных параметров, точек соединения, а также универсализация их элементов с такелажными и транспортными узлами и связанная с этим транспортабельность элементов;

единые правила привязки конструкций к координационным осям, определения конструктивных размеров и разрезки элементов, а также вариантность систематизированных размеров элементов, что позволит обеспечить многовариантность архитектурно-планировочных и конструктивных решений [25].

Помимо этого в модульной коорди-

нации открытой системы изменяемых архитектурных объектов особое место занимает проблема обоснования параметров стандартных элементов, которые должны соответствовать всем функциональным изменениям с целью обеспечить удобства и комфорт использования изменяемого архитектурного пространства. Для этого необходимо заложить в каждом элементе изменяемой системы такие свойства, как технологичность, экономичность в производстве, хранении, транспортировании, монтаже и эксплуатации, удовлетворение санитарно-техническим, гигиеническим, противопожарным требованиям, а также требованиям освещенности, акустики — и все это с учетом размеров мебели и оборудования. Модульная координация элементов изменяемой конструктивной системы, решающая задачи гармоничного развития части и целого, включает в себя составление гармоничных рядов размеров элементов системы, что является исключительно важной и емкой проблемой индустриального производства таких систем.

На стадии *транспортирования* главный комплексный критерий изменяемых архитектурных объектов (как мобильных, так и трансформируемых) — уровень мобильности, который характеризует физические возможности объекта функционировать как на данной стадии, так и на стадии возведения. Уровень мобильности равен скорости переноса мощности с одного объекта на другой, т. е. рост мощности в единицу времени служит критерием и выражает сущность его в достижении конечного результата строительства [25].

При транспортировании изменяемых конструктивных систем также имеют значение соотношение объема (габаритов) перевозимого здания или сооружения в транспортном и эксплуатационном состоянии; соответствие наружных размеров транспортируемого здания (или комплекса конструкций) габаритам определенного вида транс-

порта; соответствие характеристик массы здания (или комплекта конструкций) грузоподъемной мощности определенного вида транспорта. В этом случае могут быть два отрицательных варианта: перегрузка транспортного средства или его недогрузка вследствие недостаточности массы здания на 1 м³ перевозимого объема (такой вариант возможен при транспортировании легких объемных блоков мощными видами транспорта — судами, поездами и т. д.).

Несомненно, также существенна и стоимость перевозки, но и в этом случае можно выявить оптимальный тип здания для определенного района с позиций удовлетворения перечисленным требованиям транспортирования к месту назначения.

На стадии *монтажа* изменяемых зданий и сооружений также важны такие критерии оценки, как уровень их мобильности и степень заводской готовности. В связи с этим различают несколько степеней мобильности зданий в зависимости от срока дислокации на одном месте: высокомобильные (от 2 недель до 2 мес), мобильные (от 1 до 5 лет) и среднемобильные (от 5 до 15 лет).

При монтаже изменяемых конструктивных систем большое значение имеет трудоемкость их возведения, зависящая от готовности определенного типа здания (или комплекта конструкций) к эксплуатации, которую можно определить в процентах, т. е. при 100 %-й готовности здания к эксплуатации трудоемкость его возведения равна 0.

Таким же будет показатель на стадии *демонтажа* — трудоемкость демонтирования связана с готовностью здания к транспортированию. Таким образом, чем больше заводская готовность элементов конструкций зданий, тем меньше время на ввод мощности в эксплуатацию, т. е. тем выше уровень мобильности и, следовательно, меньше общий срок возведения объекта.

В отличие от стадии транспортирования, обуславливающей необходимость минимального объема здания, на стадии *эксплуатации* возникает необ-

ходимость в максимальном увеличении пространства обитания для полноценного осуществления в нем функциональных процессов. На этой стадии комплексный показатель качества изменяемой конструктивной системы — мобильность, динамический признак которой распространяется не только на транспортные возможности здания при перемещении его различными видами транспорта, но и на функциональные возможности в процессе эксплуатации, т. е. способность динамического преобразования.

При эксплуатации адаптируемых архитектурных объектов важным показателем их конструктивных решений является наличие или отсутствие возможности изменения эксплуатируемого пространства при уменьшении или увеличении в нем числа осуществляемых функциональных процессов, т. е. возможность развития функции. В соответствии с этим различают две группы изменяемых конструктивных систем: *развивающиеся* и *неразвивающиеся*. Особенно важно введение данного признака для создания систем открытого типа по методу открытой типизации (от элементов к зданиям), что позволит качественно изменить не только проектирование, но и производство, а также преодолеть основные противоречия между их производством и потреблением.

Использование унифицированных элементов открытых конструктивных систем и их непрерывное производство, которое сможет реагировать на любые изменения запросов потребителя, дает возможность перейти на автоматизированное проектирование и управление такими системами с учетом фактора времени.

Функциональная мощность неизменяемых конструктивных систем может развиваться только в их параметрических рамках, а изменение используемого пространства в данном случае достигается путем качественной трансформации. Наибольшими возможностями развития функции обладает использование принципа количественной трансформации.

Оптимизация функционально-пространственной организации любого архитектурного объекта зависит от соответствия пространственных параметров и оборудования его функциональной структуре, т. е. условиям осуществления функциональных процессов для полноценного протекания жизнедеятельности людей. В зависимости от назначения и сроков эксплуатации архитектурных объектов функциональные процессы имеют разное количество и определенную функционально-технологическую взаимосвязь между собой, определяющую систему расчленения пространства и состав помещений, а также их функциональные типы и функциональную нагрузку.

В процессе эволюции функциональных процессов для адаптации архитектурных объектов их динамическое преобразование может происходить, как уже указывалось, путем количественных изменений, т. е. физического роста зданий и сооружений. Этот способ может осуществляться при использовании изменяемых конструктивных систем в случаях как обратимой циклической их трансформации, так и необратимой путем увеличения пространственных параметров зданий, а также при увеличении количества неизменяемых элементов для получения необходимых габаритов здания. Это позволяет разбить процесс возведения всего комплекса зданий на этапы и по мере необходимости достраивать очередную часть (как при комплектно-блочном способе строительства). Однако механическое увеличение количества одинаковых элементов приводит к дублированию помещений и усложнению осуществления функциональных процессов. Кроме того, после завершения строительства здание не способно к дальнейшему развитию.

Эволюция функций зачастую требует изменения пространства в статически неизменяемых габаритах зданий и сооружений. Такая адаптация зданий к изменению функций возможна путем качественной трансформации внутрен-

них помещений, как правило, с помощью трансформируемых перегородок. Это ведет к созданию так называемых универсальных пространств. Однако не все изменения функции можно удовлетворить путем использования приемов количественной и качественной трансформации. Иногда в архитектурном пространственном организме наблюдается несоответствие времени и характера изменений функции долговечности отдельных частей здания, не все элементы которого рассчитаны на одинаковые сроки существования. Это в свою очередь влечет за собой изменения как в структуре таких зданий или сооружений, так и в методах их проектирования.

В зависимости от постепенного или дискретного, эволюционного или циклического изменения функций в адаптируемом архитектурном объекте представляется целесообразным дифференцировать элементы структуры изменяемых зданий и сооружений на отдельные элементы, рассчитанные на различные сроки существования и потому характеризующиеся либо быстрым количественно-качественным ростом и предназначенные для периодической их замены, либо медленным ростом и небольшими изменениями.

Такой подход используется при строительстве здания с разделением функций между неизменяемыми каркасом и так называемой инфраструктурой и ее изменяемым и передвигающимся в пределах этого каркаса заполнением в виде автономных ячеек.

Таким образом, практически на всех стадиях эксплуатации изменяемого архитектурного объекта комплексным показателем его качества является мобильность, динамический признак которой распространяется как на транспортабельные возможности зданий при перемещении их различными видами транспорта, так и на функциональные возможности зданий. В связи с этим этот основной комплексный показатель составляется из следующих критериев:

комплексный критерий скорости переноса мощности объекта, учитывающий все транспортные затраты;

комплексный критерий затрат на функционирование мощности конструктивной системы в процессе строительства объекта, характеризующий способность элементов к развитию (по требованию потребителей), т. е. способность динамического преобразования, которая одинаково важна как в сфере строительства, так и производства;

количественный комплексный показатель роста мощности изменяемой

конструктивной системы в единицу времени в условиях строительной площадки и ввода ее в эксплуатацию (исключительно важен для стадии эксплуатации и зависит от нормативного срока строительства объекта);

комплексный показатель модульной (композиционной) взаимосвязи всех элементов системы, важный на всех этапах жизненного цикла изменяемого адаптирующегося объекта [25]. При открытом методе типизации элементов системы этот показатель является базовым.

Глава 2.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ИЗМЕНЯЕМЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ

2.1. Исторический опыт использования изменяемых архитектурных объектов

2.1.1. Примеры применения

Создание искусственной среды обитания начинается с появления человека на Земле (2 млн. лет тому назад), когда наряду с использованием в качестве жилища естественных укрытий (пещер, расщелин и т. п.) он строит жилище, чтобы защититься от непогоды. Строительство как постоянный процесс является само собой разумеющимся для многих первобытных людей.

Анализируя методы строительства мексиканских индейцев, Рудольф Виенандс доказывает возможность применения так называемого "функционального" метода в бессознательном исполнении процесса строительства [110]. Он утверждает, что этот народ имеет множественно-социальную общественную структуру, где общество ценится больше, чем индивидуум. Этой структуре соответствует тип жилых единиц, которые могли бы прибавляться по мере надобности к любым жилым образованиям, например сгруппированным вместе жилищам одного племени.

В этом смысле пуэблос — жилища индейцев из Нью-Мехико могут служить примером приспособляемости и изменяемости архитектурных объектов. В соответствии с потребностями пуэблос всегда может быть достроен (увеличен) или перестроен. Кроме того, ощущение замерзания в холодную зиму приводит индейцев к соответствующим строительным действиям — открытое пространство обносится стенами, а хо-

лодное помещение утепляется, т. е. приспособляемость жилища проявляется как "рефлекс на ощущаемые недостатки". В результате жилище является собой гармонию между ландшафтом и строительными материалами, между материалами и конструкцией и, имея хорошие пропорции и соответствующий человеку масштаб, полностью приспособлено к условиям среды и ее изменениям [110].

Известны и другие способы строительства из истории народов Африки и Индии, где использовалась глина и которые можно отнести к приспособляемым. Изменяемостью и планированием во времени характеризуются строительные комплексы в Сахаре, так называемые компаунды (рис. 1). Они состоят из нескольких окруженных валом домиков, отдельная строительная часть которых остается неизменяемой. Форма плана домов произвольна, а крыши имеют обычную простую или куполообразную конфигурацию. Основными строительными материалами служат глина, бамбук, пальмовое дерево и плетеная трава. В мусульманской семье в результате тех или иных перемен (женитьба сына, смерть главы семьи и др.) начинается обширная строительная деятельность. Общий компаунд изменяется и совершенствуется, строятся домики для новой семьи, нового главы семьи, его жены и детей. В первую очередь улучшается и обновляется внутреннее пространство, а затем возникают постройки, выполняемые простыми строительными способами.

Жители Гвинеи, Кении и Вьетнама в случае переезда или строят новое жилище, или берут собственный дом с со-

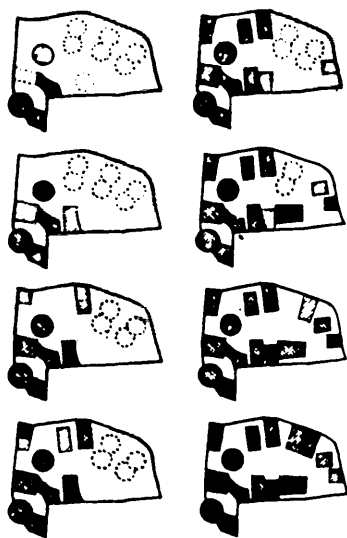


Рис. 1. Строительные комплексы в Сахаре — компаунды. Варианты планировок в связи с развитием функций



Рис. 2. Способ переноса жилого дома у жителей Гвинеи, Кении и Вьетнама

бой (рис. 2). Мысль жить в помещении, в котором жили чужие, кажется им возмутительной, как покупка использованного платья для своих нужд [95].

Транспортируется дом на спинах выючных животных, но большей частью (стены, крыша) переносится или перевозится с помощью соседей или родственников. Эти народности не строят стационарных домов на длительный срок, чтобы не лишать собственную жизнь свободы передвижения.

Наиболее показателен вариант мобильного строительства и проживания — "плавающие дома" (рис. 3), распро-

страненная форма жилища в странах Ближнего и Среднего Востока. Подвижность каждого из них обеспечивает варибельную планировку жилого образования и свободную коммуникабельность от "дома к дому". Улицы не требуют ни планировки, ни обновления, а обширные водные акватории, используемые людьми, допускают их неограниченный рост и гибкость.

Занимающиеся пастбищным скотоводством народы монгольских и турецких племен Азии, бедуины и арабы в Северной Африке или хамиты в Восточной Африке так же, как и кочующие индейские племена северного и южного американского континента, живут исключительно в мобильных постройках в палатках (юрты, вигвамы и т. д.). Не связанные друг с другом, но имея аналогичные условия существования, они пришли к одинаковым строительным принципам.

Мобильное жилище появилось еще в древние времена, что объясняется необходимостью перемещения людей вместе с жилищем. Так, еще в начале нашей эры римляне создавали настоящие мобильные временные города в военных целях. Во время завоевательных походов Чингисхана и его преемников (XII—XIV вв.) монголы оборудовали гигантские лагеря, обеспечивающие укрытия для полчищ воинов и челяди. С этими же целями создавались лагеря таборитов, которые были окружены повозками и частоколом, скрепленными цепями.

Наиболее характерные примеры мобильного жилища — поселения кочевых народов монгольской и тюркской групп, образ жизни и характер ведения хозяйства которых тесно связаны и накладывают отпечаток на типы жилища и формы архитектурных зданий и сооружений. Основой жизни таких народов являлось кочевое скотоводство. В отличие от стационарных сооружений оседло-земледельческих народов, строивших дома из долговечных строительных материалов, особенности кочевого быта обусловили создание мо-

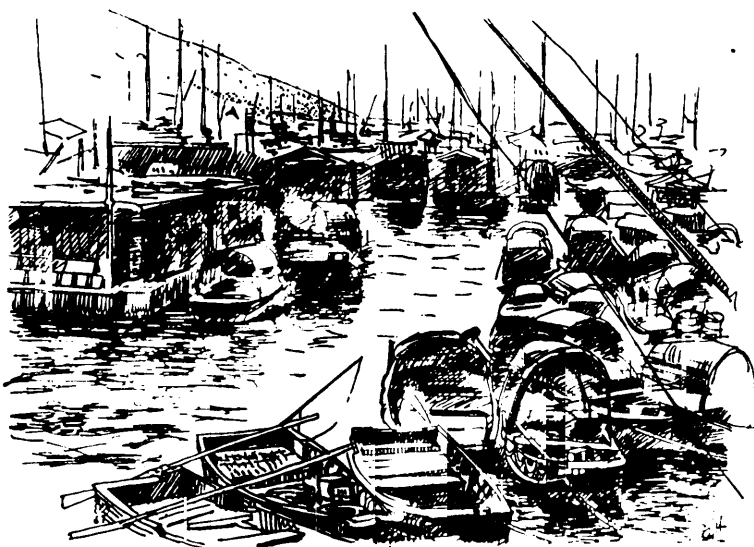


Рис. 3. Плавающие дома в странах Ближнего и Среднего Востока

бильных и нетрудоемких жилищ из легких строительных материалов (кожа, войлок, ткань, дерево). Специфика форм ведения хозяйства сказалась не только на конструктивном решении и выборе материалов зданий, но и на планировке поселений. Кочевой город характеризовался гибкой планировкой и композиционной структурой, отражавшими его социальную специфику. Так, до XII в. существовал куренной способ организации мобильного поселения. Курень представлял собой стойбище из геров, поставленных по кругу, а в середине находился гер старейшины. Воинственные племена жили не аулами, а целыми родами, зимние стойбища устраивали по берегам рек, располагая юрты непрерывным рядом на 20 и более верст [42]. В отличие от гера — постоянного типа жилищ кочевников — для временных походных условий жизни служили палатки.

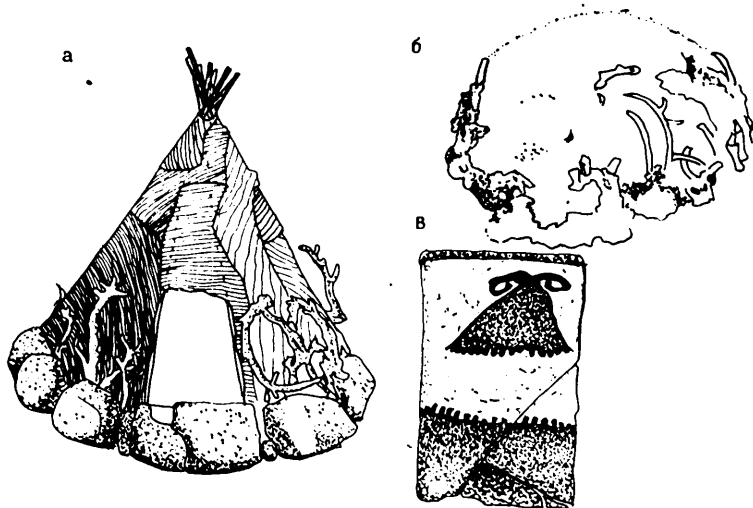
До последнего времени считалось необычным рассматривать палатки как строительные конструкции или как архитектуру, несмотря на то, что миллионы людей жили и живут в палатках временно и постоянно. Кроме того, следует отметить, что ни в историческом прошлом, ни сегодня палатки не были

причислены к какому-либо направлению в искусстве или архитектуре (за небольшими исключениями в ручном производстве). Это произошло по ряду причин. Во-первых, история архитектуры и строительства занималась обстоятельно только исследованием и анализом всех или частично сохранившихся архитектурных сооружений или постоянных поселений, а не палатками или другими временными объектами. Во-вторых, история искусства считает палатки в картинных изображениях, как правило, только декоративными элементами (или реквизитом), что снижает их содержательное значение. В-третьих, история развития текстиля рассматривает палатки вкупе с другими продуктами текстиля — одеждой, коврами и др. Трудность исследования палаток состоит в том, что и в картинных изображениях, и в литературных описаниях, и в музеях почти не имеется оригиналов.

Чтобы восполнить этот пробел, необходимо рассмотреть палатки с той точки зрения, при которой их форма, конструкции и технология изготовления будут "узаконены" в отношении соответствующих требований и существующих условий. Для того, чтобы

Рис. 4. Палатки раннего времени

а — реконструкция палаточного сибирского жилища, найденного города Мальта под Иркутском; б — палатка палеолитных охотников в тундре (XX в. до н. э.); в — изображение борьбы быков со схематичным изображением пикообразной палатки на иберийской вазе (IV — III в. до н. э.)



отделить палатки от других видов строительных конструкций, а также от небольших легких построек, было предложено смысловое рабочее определение: "палатками являются конструкции, состоящие из наброшенных или натянутых пленок (например, полотно, кожа), закрепленных на мачтах или остовах крыш, и организующие пространство" [66].

Обнаружение отдельных частей палаток при раскопках стоянок первобытных людей — первое ключевое доказательство их применения (рис. 4). Более подробное описание и прежде всего многостороннее и точное изображение палаток находим в ранней культуре (рис. 5—7). Известны палатки, существовавшие свыше 3 тыс. лет тому назад, это культовые палатки израильтян, живших в них во времена своего 40-летнего странствования. В культовых палатках хранились священные сундуки с табличками законов. С оседлостью израильтян мобильные палатки стали превращаться в монастырские хижины, а впоследствии в каменные храмы [66].

Однако палатки возводились не только как постоянные отдельные строительные образования, существовали и временные палаточные городки или лагеря. Из истории различных стран изве-

стен целый ряд таких примеров. Особенно примечательны войсковые лагеря 1570-х гг., окруженные земляными валами, которые образуют временные городские стены небольшого городка, составленного из вагончиков и палаток (рис. 8). Отдельные палатки группируются в кварталы жилого или общественного назначения, палатки полководцев имитируют замки или крепости.

Известны также палаточные городки Ренессанса. Например, Генрих VIII явился в Калайс (Calais) в 1520 г. с 5000 людьми, 3000 лошадьми и возвел палаточный город более чем из 400 палаток для своей свиты. Этот лагерь, простоявший только три недели, был образован из огромных палаток замкообразного вида, где были роскошные банкетные залы, множество комнат и капелла. К этому времени палатки использовались очень широко, в частности, в лагере Холофернеса также были возведены палатки как прямоугольные в плане с седлообразным покрытием, так и круглые в плане с конусообразной пикообразной крышей. Оба типа имели внутренние подпорки с внешним обтягиванием (рис. 9).

Палатки многочисленных народностей при сравнительном сходстве име-

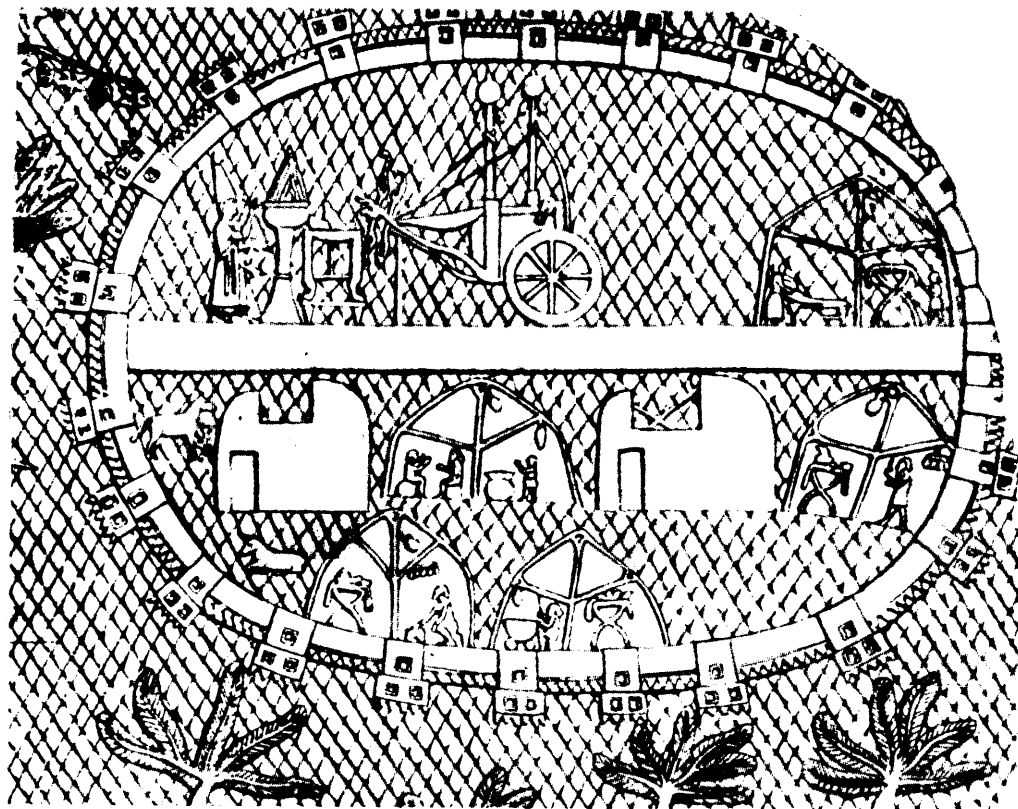


Рис. 5. Ассирийские палатки на рельефе, изображающем военный поезд царя Синахириба (705 — 681 г. до н. э.)

Рис. 6. Палаточные лагерь римских легионеров на рельефе Троянской колонны в Риме (1 в. н. э.). Фрагменты рельефа

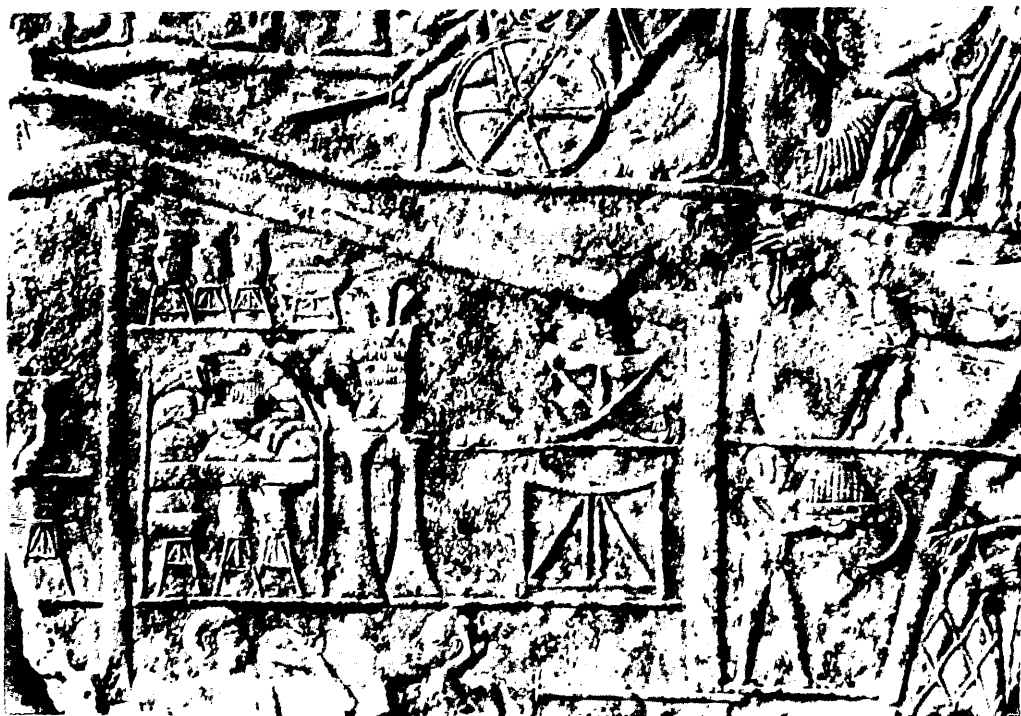


Рис. 7. Египетская царская палатка, поддерживающие шесты которой напоминают описание Птоломах II. Изображение на рельефе. 275 г. до н. э.

2 Зак. 969

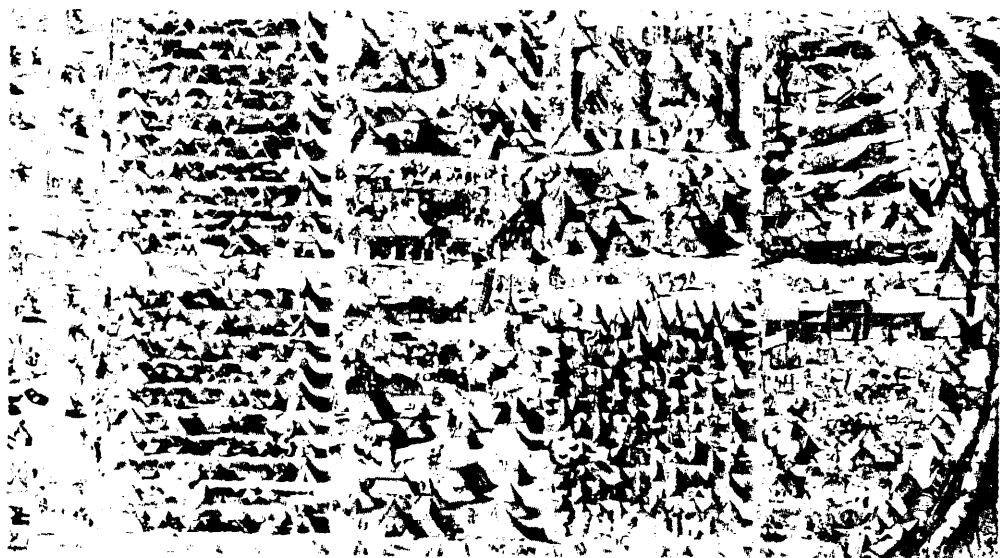


Рис. 8. Изображение военного лагеря Эста Аммана (1539 — 1591 гг.)

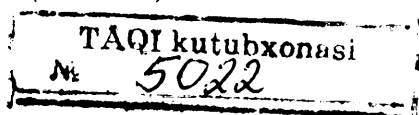




Рис. 9. Гравюра на дереве
Ганса Бургмайера (1473 —
1531 гг.) "Юдифь в лагере
Холофернеса"

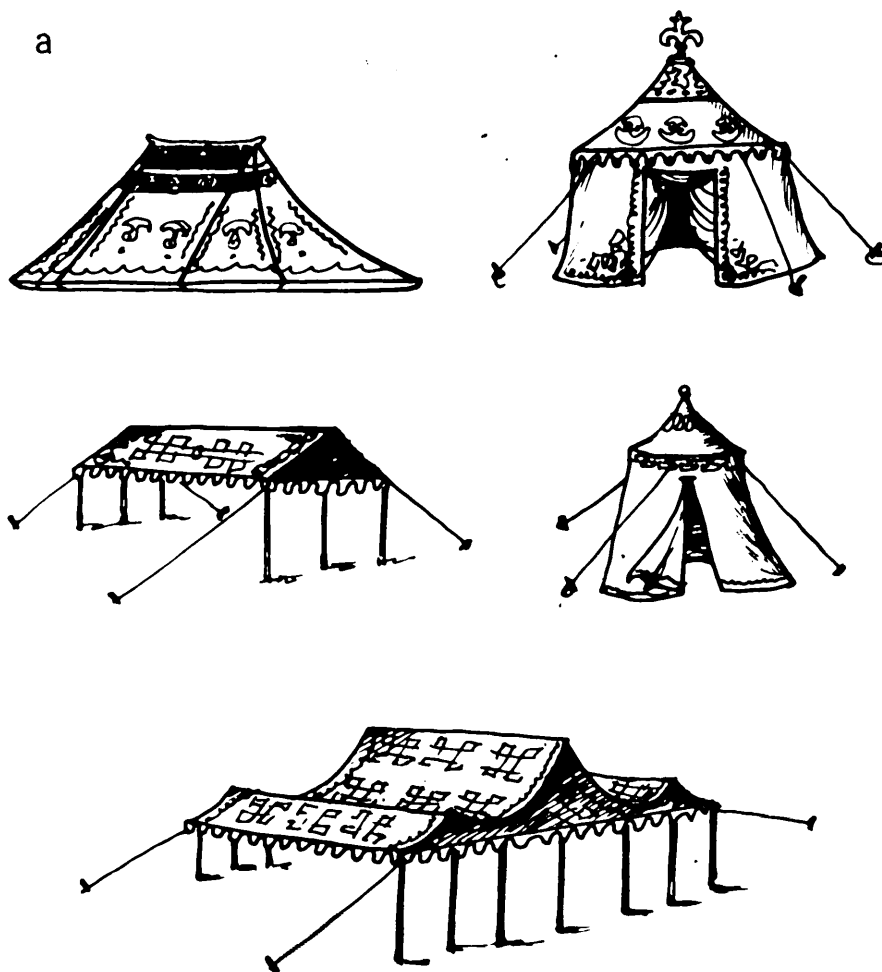


Рис. 10. Палатки кочевых народов
а — разновидности палаток
(по Шюрвессу Д. Б.); б — палатки бедуинов





Рис. 11. Эскимосская деревня. XVIII в.



Рис. 12. Палатки североамериканских индейцев

ют интересные различия, связанные с климатическими, этнографическими и культурными особенностями (рис. 10, а). Палатки бедуинов и их конструктивное решение характеризуют ясность и гармонию между функцией, формой и конструкцией (рис. 10, б). Обтягивались такие палатки полотнищами шириной до 1 м, которые ткались женщинами на специальных ткацких станках из черной одноцветной козьей пряжи. Пространство палатки, образованное внешними стенами, имело и внутреннее членение с помощью подвесных перего-

родок, перемещаемых в зависимости от изменения функции.

Эскимосы использовали остроко- нечные палатки, обтянутые сшитыми вместе тюленьими шкурами, с различным остовом из шестов и палаточным рантом на полу палатки, прижатым камнями к земле (рис. 11). Аналогичны конструкции палаток североамериканских индейцев, правда, есть отличия в деталях: штанги палатки, расположенные по кругу, воткнуты в землю и на вершине связаны веревкой (рис. 12).

Лапландцы зимой строят палатки из



Рис. 13. Палатки лапландцев

цветных шерстяных покрытий, а летом — из прочной парусной ткани. Конструкция представляет собой каркас, образованный радиально воткнутыми в землю согнутыми шестами (рис. 13). На наружных стенках монгольских юрт, состоящих из ровных решеток, радиально расположенные жерди образуют купол. Для покрытия палатки в зависимости от погоды используются фетровые полотна. Монгольские палатки имели большие преимущества по сравнению с палатками других народов, так как были чрезвычайно просты, устойчивы, легки и быстро собирались и разбирались (рис. 14, а). По форме они были четырех-, шести- и восьмискатные.

Особая веха в истории развития кочевого жилища — жилище на колесах (рис. 14, б). Телеги, телеги-кибитки монголов в XI—XII вв. были необходимы для быстрого перемещения с места на место при постоянных набегах и нападениях. Стан из телег с поставленными на них юртами мог быть очень подвижным. Впоследствии в XIII в. существование кибиток поддерживалось дальними походами, перегонами стада на новые пастбища и вообще расцветом кочевой жизни. Передвижные кибитки были описаны Марко Поло в 1826 г. [48].

Существует много примеров мобильного жилища в истории чукчей, якутов, татар, казахов и других кочевых народов. Принципы организации жилища у всех этих народов разнообразны и зависят от различных факторов, влияющих на образ жизни, однако, можно выделить их основные типы. В зависимости от продолжительности проживания людей различают *постоянный* тип жилища (гер, юрта, складные и на колесах) и *временный* — тип сооружения, который употреблялся периодически в определенных ситуациях в различные сезоны года (палатки). В зависимости от типа конструкции, метода транспортирования и монтажа они подразделяются на *передвижные* — жилища на колесах (кибитки, повозки), которые могут быть использованы во время транспортирования и сразу же по прибытии на место (имеют полную готовность к эксплуатации), и *складные* (юрты, палатки и др.), которые перевозятся в сложенном виде и монтируются на месте (имеют небольшую готовность к эксплуатации, но более удобны при транспортировании) [53].

Об изготовлении палаток кочевников известно, что они, как правило, ткались, сшивались и возводились женщинами. Массовое производство палаток связано в истории с военными кампаниями. Так, для армии Александра Великого применялись палаточные города с

а



б



различными видами палаток — от простых для рядового состава до более просторных палаток военачальников. Наряду с обычными укрытиями из соломы для наемников все чаще использовались палатки со специальными палаточными покрытиями. Обладая большой транспортабельностью, палатки с успехом экспортировались. Так, в торговых журналах 1780 г. (из штутгартского городского архива) сообщается о покупке турецкой палатки ко-

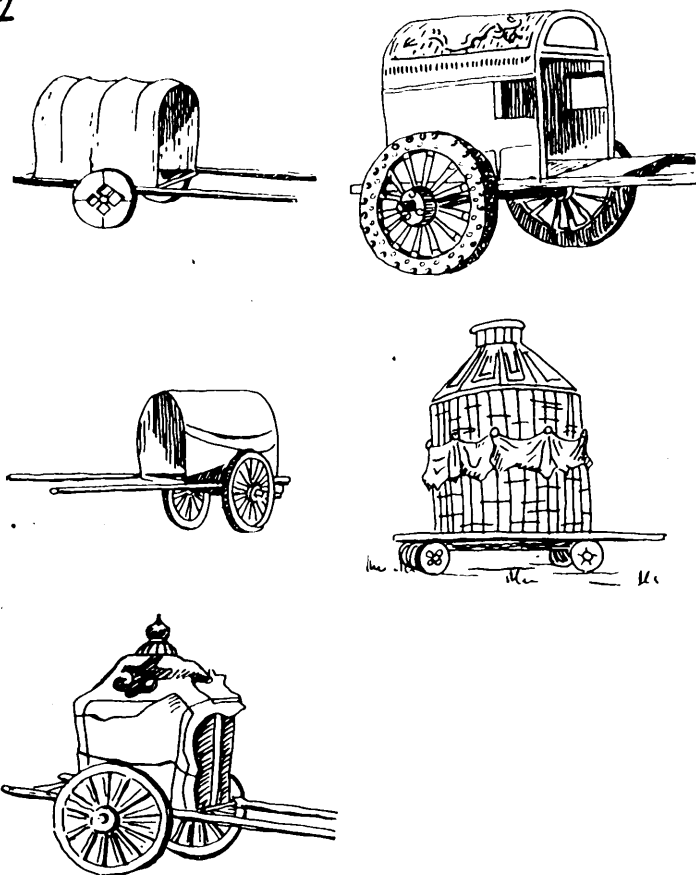
ролем Вюрттенбергом, при дворе которого возникла необходимость в маленькой мастерской для ремонта палаток [66].

Очень интересны палатки для паломников-пилигримов. Во времена хадшей использовалось 350—400 тыс. палаток различного типа общей площадью 5—6 млн. м². Их изготавливали исключительно из хлопкового полотна натурального цвета. Иногда из-за климатических условий их делали много-

Рис. 14. Палатки кочевников Монголии:

а — поселок из юрт, б — мобильные повозки: 1 — гер на четырех колесах, XIII в.; 2 — жилища на колесах

2



слойными. Старейшая форма таких палаток — квадратная или прямоугольная (рис. 15, а). Происходят они главным образом из Египта, но часто встречаются и в Пакистане, и в других странах. Масса их вместе с деревянной мачтой примерно 30 кг. Возведение таких палаток очень простое, быстрое и не требует особой точности. Пилигримы использовали большие палатки площадью до 250 м² для собраний, встреч, для общих трапез, проповедей, канонических молитв. Они возводились так же, как и маленькие прямоугольные палатки, путем натягивания огромных прямоугольных текстильных пленок над двумя рядами мачт. Имея два боковых и одно центральное пространство,

они напоминают трехнефную базилику (рис. 15, б)¹

С началом индустриализации в XIX в. быстро возникает серийное производство палаток различных видов — для праздников, общественных мероприятий, складов наряду с большими палатками для военных целей. Палатки по каталогам обычно заказывались прежде всего в Америке, Англии и Германии, а затем рассылались по почте (рис. 16, а). Для этих целей издавались специальные рекламные каталоги, например, каталоги фирмы "Штронайер и К^о" в Штутгарте в 1902 г. (рис. 16, б). В иллю-

¹ По данным "Die Zeltstädte des Hadsch", (IL 29), 1980.

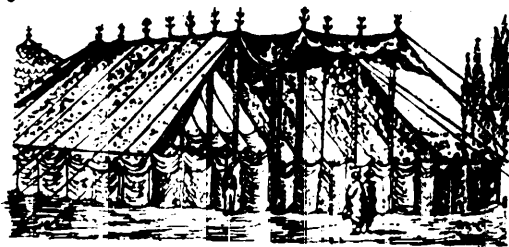
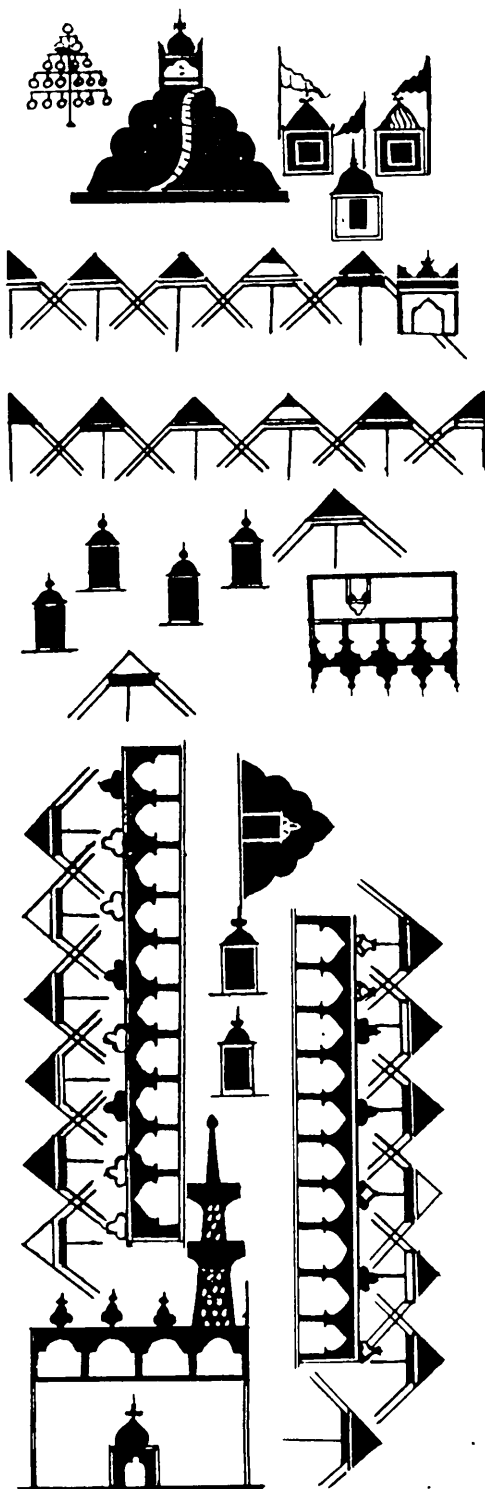


Рис. 15. Палатки пилигримов. Палаточные города Арафат и Муна, изображе-

ние XVI в. (а). Палатка главного визиря Константинополя, 1884 г. (б)

стрированном энциклопедическом словаре Брокхауза 1848 г. есть информация о типовой военной палатке (рис. 17). Известны также случаи, когда палатка как мобильное сооружение использовалась в сочетании со стационарными постройками.

Один из типов мобильных палаток, который мы встречаем сегодня, — цирк Шапито. Его конструкции включают, как правило, четыре несущие мачты. Он перекрывает площадь примерно от 2 тыс. до 25 тыс. м². Ярким примером, известным до 1941 г., является 12-мачтовая палатка, перекрывающая до 3200 м² (по данным фирмы "Штрмайер и К⁰"). В более простом исполнении — с круглой или овальной формой плана они могут разместить до 2 тыс. человек (рис. 18). Такие палатки при точном жестком расположении монтажной системы могут быть перенесены после окончания представления, т. е. собраны, транспортированы и снова построены (рис. 19).

Таким образом, история предлагает многообразные формы и конструктивные решения палаток, относящихся к мобильным изменяемым постройкам, приспособляемым к различным условиям. Использование доступных и легких тентовых покрытий и пленок, которые могли быть подвижными или полностью отсоединяемыми, придавало им не только транспортабельность, но и трансформативность. В данном случае в палатке объединились два признака

а

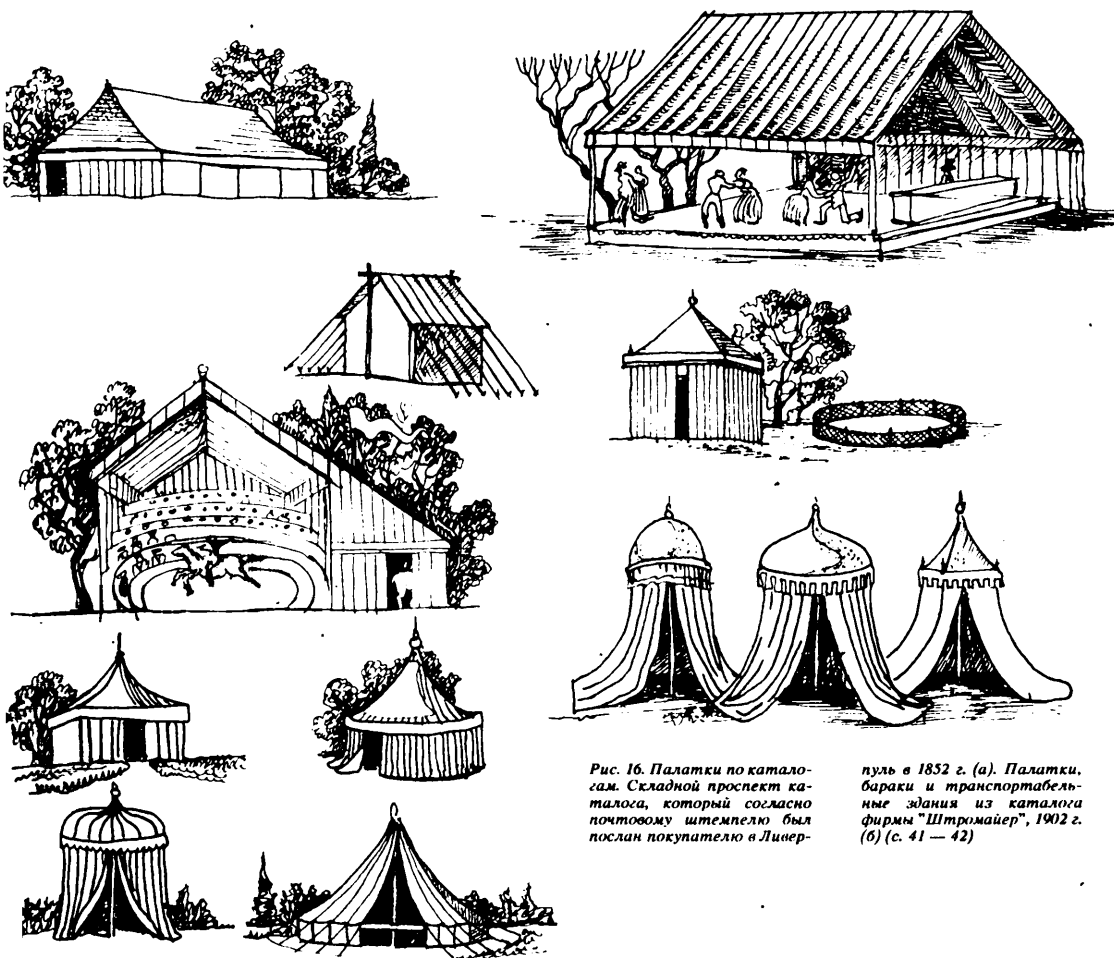


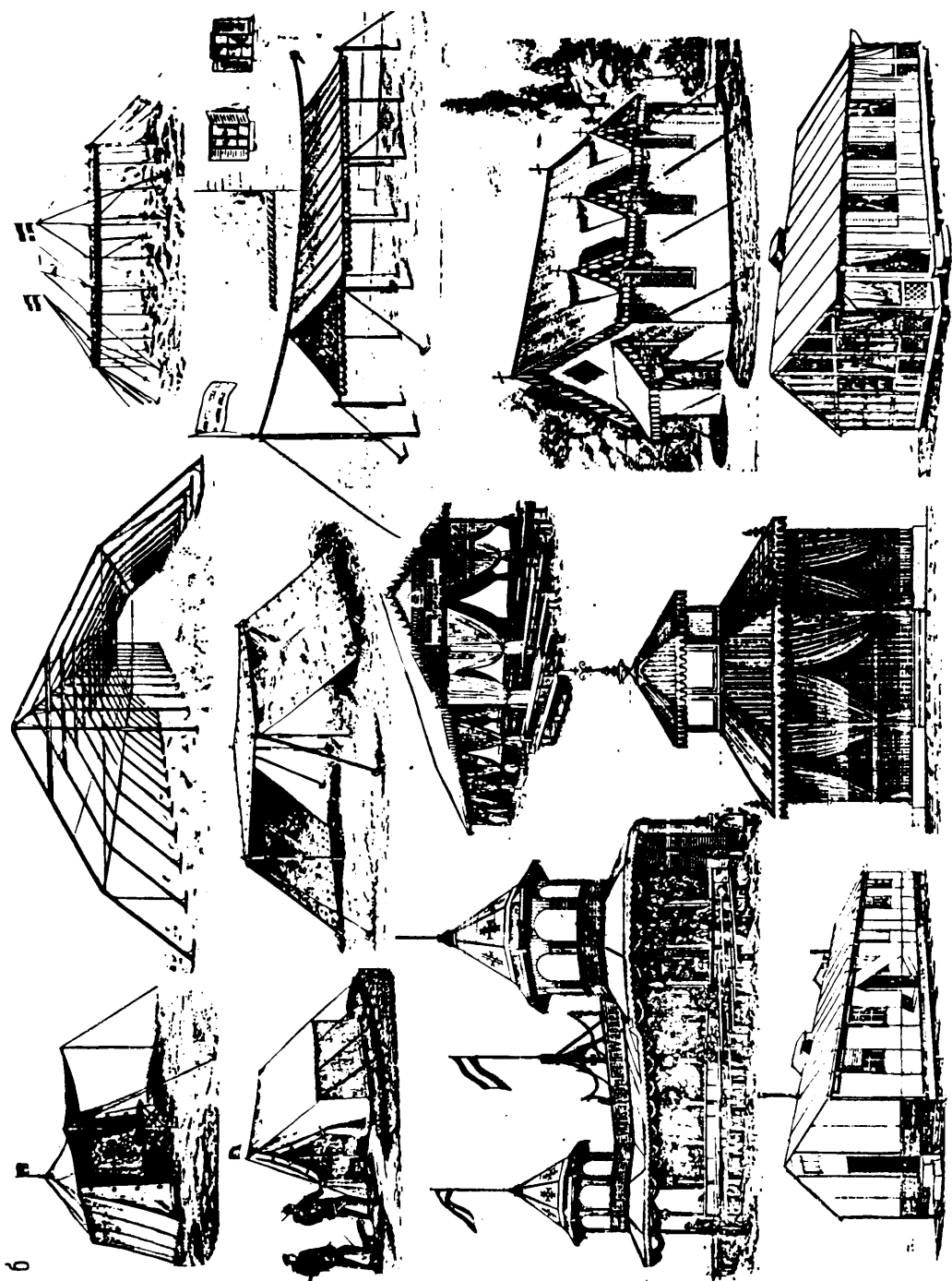
Рис. 16. Палатки по каталогам. Складной проспект каталога, который согласно почтовому штемпелю был послан покупателю в Ливер-

пуль в 1852 г. (а). Палатки, бараки и транспортабельные здания из каталога фирмы "Штрюмайер", 1902 г. (б) (с. 41 — 42)

приспособляемости: мобильность и изменяемость. Эти свойства палаток позволили им остаться до нашего времени в качестве мобильных и изменяемых крытых пространств различного назначения.

Благодаря мобильности, незначительной массе, простоте транспортирования, монтажа и демонтажа палатки сегодня широко применяют в различных областях: кемпинги, индустриальные склады, организация различных видов массовых мероприятий (фестивали, выставки, спортивные соревнова-

ния и др.) — это только некоторые области, которые немислимы без использования палаточного строительства. Особое значение приобретают палатки в исключительных ситуациях — при катастрофах, возведении лагерей беженцев, возникающих по военно-политическим причинам или из-за природных катастроф. В таких лагерях палатки зачастую являются первичной ячейкой, которая может быть мультиплицирована, увеличена, изменена или заменена, создавая большие планировочные возможности.



а

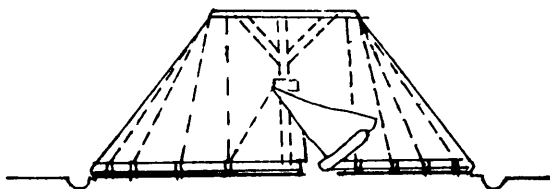
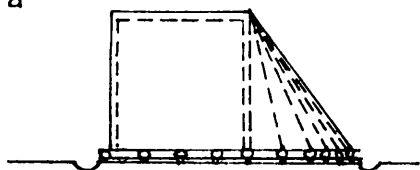
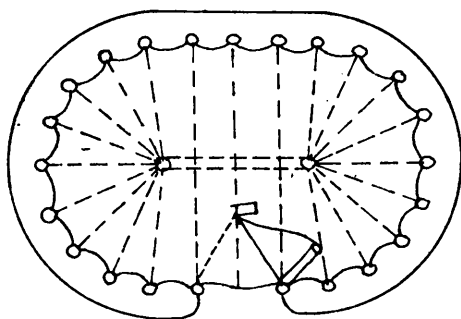
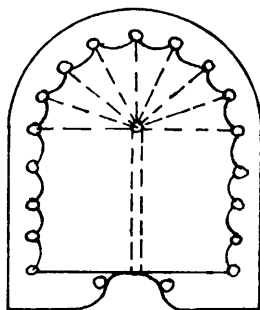


Рис. 17. Военные палатки. Проект типовой военной палатки (а). Типовая военная палатка времен гражданской войны в Америке (1861 — 1865 гг.). По фотографии 1863 г. М. Б. Брэди — фотографа Авраама Линкольна (б)



б



Множество примеров применения палаток можно привести из истории римской культуры. Их отличительная и перспективная черта — наряду со строительством обычных палаток (каркас и покрытие) наблюдается использование гибкого материала покрытия палатки (ткань, сетка) в качестве приспособляемых к условиям эксплуатации элементов в структуре стационарных и мо-

нументальных объектов. Как правило, они служили для создания изменяемых крыш зданий с очень большими пролетами. Они назывались "вела" или "велария" — солнечные тенты, которыми перекрывались римские театры и амфитеатры. Несмотря на то, что сами крыши не сохранились, интерес к вопросам реконструкции подобных крыш занимает многих исследователей, по-

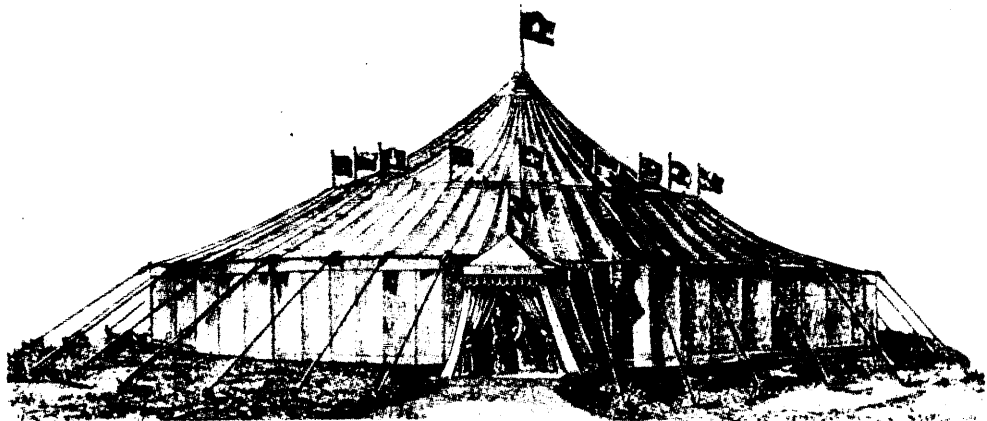


Рис. 18. Палаточный цирк
Шапито фирмы "Штр-
майер и К^о"

рождая многочисленные предположения по реконструкции, однако, далеко не все из них достаточно доказательны. В связи с этим представляются ценными ставшие известными достижения в этой области, выработанные в последнее время в Штутгарте в Институте легких несущих конструкций. Исследования театральных покрытий проводилось на основе следующих источников: следов, сохранившихся на римских театрах и амфитеатрах, изображений театральных покрытий на картинах и произведениях искусства, надписей на зданиях, а также описаний и высказываний писателей.

Тексты римских писателей, в которых упоминаются театральные покрытия, не дают их подробного описания, но все-таки проясняют некоторые детали. Согласно этим описаниям, покрытия натягивались не только в театрах, но и над внутренними дворами, улицами и площадями для защиты жителей от ветра, осадков и солнечных лучей. Вела, как говорится в латинских текстах, при сильном ветре не поднималась, была очень подвижной, могла защищать от непогоды, а при благоприятной погоде была лучше, чем открытое небо [75].

В театре Куинтус Катулус театральные покрытия были введены с 69 г. до н. э. Около 65 г. до н. э. император Цезарь велел покрывать противосолнечными тентами улицу от своего дома

до Капитолия во время боев гладиаторов. Марцеллус приказывал натягивать покрытие над форумом для создания сносных условий местопребывания при ожидании процессии. По описаниям, покрытия были из желтоватого, красноватого и красно-коричневого сукна. Лентулус Спинтхер впервые использовал в качестве покрытия карбазус — материал, близкий к легкому льняному полотну. Из небесно-голубого сукна, украшенного звездами, было изготовлено покрытие, которое Нерон велел поместить в амфитеатре. В Помпейском театре в Риме Нерон велел натянуть пурпурное покрытие с его изображением в виде божественного возницы, окруженного золотыми звездами. Цезарь позднее велел натягивать покрытия из шелка [75].

О конструкциях таких покрытий сказано немного, но известно, что они состоят из канатов, мачт, балок и подвижной парусины. Витрувий повествует о движущемся приспособлении для натягивания полотна, которое в короткое время может быть демонтировано и требует от архитектора больших познаний механики для выявления конструктивных возможностей [Vitruv, X].

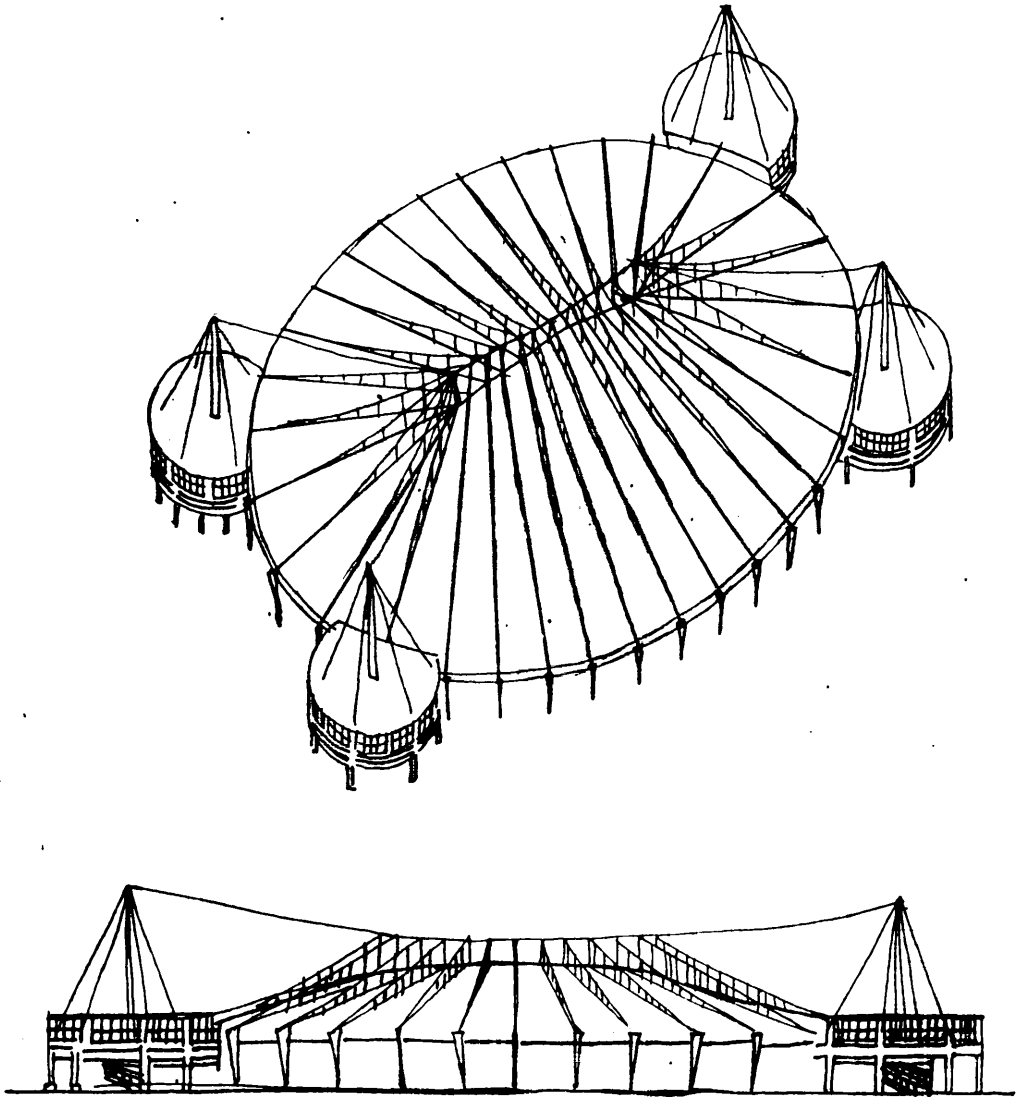


Рис. 19. Проект большого
тентового цирка. Хайнц и
Бодо Раш (1929 г.)

Известно изображение палаток на фресках Помпеи. Они были найдены в 1369 г. во дворе поблизости от театра. На одной из них, наиболее часто публикуемой, изображен помпейский театр во время массовой драки публики в 59 г. до н. э. через 10 лет после возведения театральных покрытий. Над юго-запад-

ным торцовым фасадом здания, изображенного на фреске, видна собираемая вела. Полотно покрытия закреплено на ушках-кольцах на параллельных несущих элементах, выполняющих роль растягивающих канатов, и двух легких канатов, которые немного провисали и могли двигаться, очевидно, выполняя роль поддерживающих канатов [75].

При обследовании сохранившихся зданий театров и амфитеатров на некоторых из них обнаружены держатели

для крепления покрытий, расположенные наверху, за внешней стороной стены здания. В держателях закреплялись прямостоящие деревянные мачты, к которым крепились покрытия. Основание для мачты, т. е. собственно крепежное устройство, представляет собой камень с круглым или четырехугольным отверстием со средним диаметром приблизительно 30 см. Через это отверстие проталкивалась мачта, а сам камень выступал из плоскости стены и находился сверху, под ним находился также выступающий из плоскости стены камень с углублением соответствующего диаметра, в которое устанавливалось основание мачты.

Камни-держатели сооружались на различных зданиях. На Колизее в Риме, например, сохранился верхний ряд камней-держателей с отверстиями. Этот ряд находится на карнизе верхнего кольца ограждающей стены. Под каждым отверстием на соответствующем расстоянии есть консоль с углублением. Изображение Колизея сохранилось на монете Титуса конца первого столетия нашего времени, на нем ясно показано такого рода крепление мачты на верхнем кольце стены здания (рис. 20). Для перекрытия Колизея в Риме Коззо предложил покрытие, перекрывающее большую часть внутреннего пространства. От вершин вынесенных наружу мачт внутрь радиально проходили канаты к свободно опирающемуся круглой формы направляющему канату. Этот канат при монтаже конструкций лежал в центре зала на полу арены и через радиальные канаты, которые двигались по роликам, находящимся на вершинах мачт, совместно со всеми радиальными канатами одновременно поднимался вверх и натягивался (рис. 21). Коззо первым занялся проблемой раскрытия кровельных мембран, которые движутся по сходящимся полям несущих конструкций.

В театре "Апельсин" использовались достаточно сложные конструкции перекрытия, состоящие из двух рядов консолей, такого же типа, как и в Коли-



Рис. 20. Изображение Колизея на монете Титуса (конец I в. н. э.)

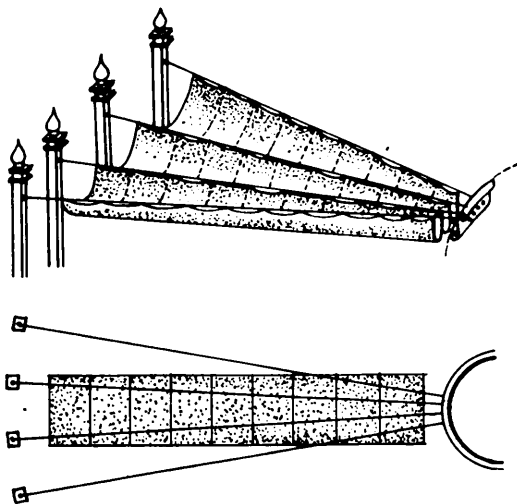
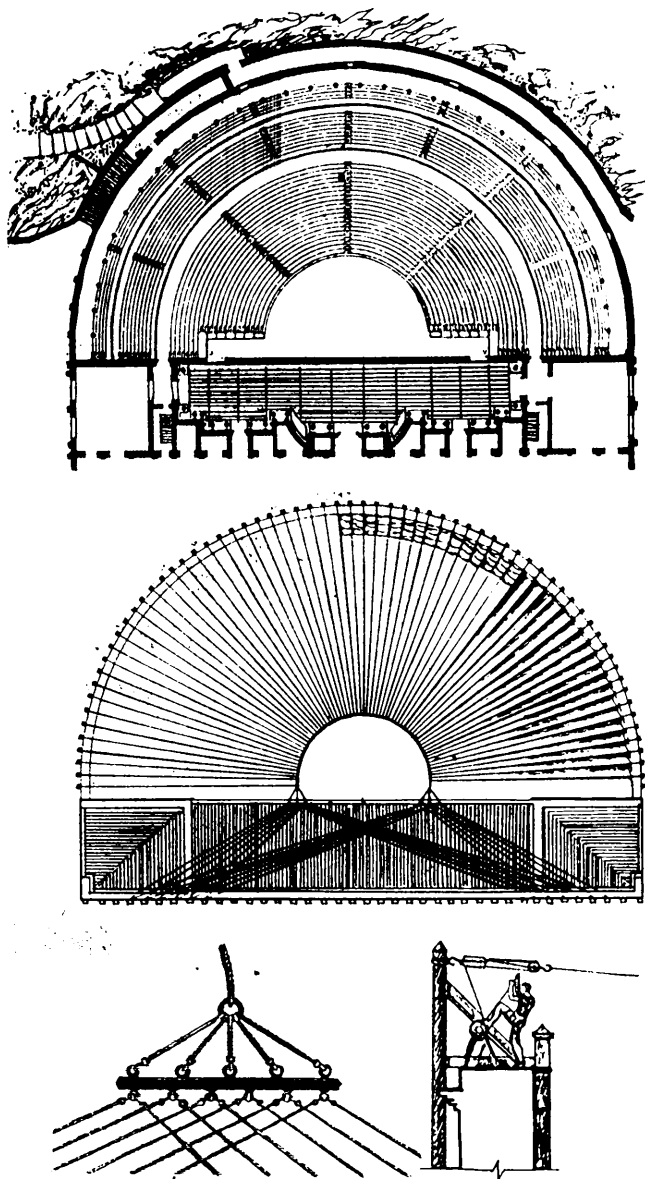


Рис. 21. Схема крепления покрытия-веллариума

зее. Консоли верхнего ряда имели отверстия, консоли нижнего — углубления. От мачт на округлом здании театра канаты шли внутрь к крайнему канату, выполненному в форме полукруга. Этот крайний канат своими концами держался за множество других канатов, которые шли на противоположную сто-

Рис. 22. Театр "Апельсин".
Планы и узлы крепления по-
крытия, системы подъем-
ных блоков



рону и также крепились к мачтам, закрепленным на стене театра. Известно, что эти канаты натягивались при помощи системы подъемных блоков, о чем свидетельствуют и сохранившиеся изображения (рис. 22). В пролетах, образованных этими несущими конструкциями и сужающихся к центру здания,

должно было висеть покрытие театра. Оно должно было свободно собираться (сдвигаться) наружу, в направлении к стене театра, имевшего в плане полукруглую форму.

Реконструкция подобных тентовых покрытий имеет не только историческое значение, благодаря ей становит-

ся, например, более известной проблематика тентового строительства. В конструктивном плане все несущие конструкции считались чисто канатными, не говоря, разумеется, о мачтах. Исключение составляет предложение Дурмса, по которому покрытия вешаются перпендикулярно между мачтами, непосредственно на них [75].

Строительство большепролетных тентовых покрытий в то время рассматривалось как повод показать свое богатство. Жажда роскоши не останавливалась перед огромными техническими и финансовыми затратами, которые требовались, например, для перекрытия таких гигантских зданий, как Помпейский театр или Колизей. В этом смысле появление мобильных элементов в стационарной архитектуре и появление мобильных сооружений как таковых в Риме было желательно из соображений представительности. Так, Варро описывает внутреннюю обшивку потолка, выполненную из слоновой кости, которая могла складываться, а на гостей при этом сверху сыпались цветы. Он же сообщает о купольном зале, который днем и ночью вращался вокруг своей оси (Sveton Nero, XXXVI, 117). Плиний писал об изменяемом театре из дерева, построенном по велению Скрибониуса Курио. Сооружение в конструктивном отношении представляло собой две половины полукруглой формы, каждая из которых располагалась на вращающихся петлях. Функционировал такой театр в двух положениях. В каждой половине, когда они были повернуты в разные стороны, могло проходить театральное представление. При совместном вращении обеих частей образовывалось здание амфитеатра. Интересно, что все названные изменения могли выполняться в то время, когда зрители находились на своих местах (Plinius, Nat. Hist, XXXVI, 117).

Объясняя причины возникновения кровельных конструкций типа вель, безусловно, недостаточно ссылки на одну жажду роскоши. Одной из причин, обусловивших появление таких покры-

тий, явилась проблема защиты от избыточной солнечной инсоляции гигантских римских театров и амфитеатров. Другой причиной оказалось недостаточное развитие строительной техники, что не позволяло выполнить перекрытие с использованием обычных строительных конструкций даже в маленьких амфитеатрах. Большие же площади требовали перекрытий без опор. Таким образом, изменяемые покрытия были не только следствием желания в короткий срок защититься от сильной солнечной радиации, но и были единственно способными перекрывать большой пролет и устойчивыми к атмосферным осадкам и ветровым нагрузкам. Кроме того, покрытие могло собираться при хорошей погоде, чтобы зрители могли посидеть под открытым небом.

С другой стороны, достойно внимания не только то, что в то время нашли возможность построить изменяемые крыши значительной величины из существовавших тогда строительных материалов, но и то, что произошло тесное объединение стационарной и изменяемой архитектуры в целях адаптации ее объектов при изменении потребностей.

Для этой же цели использовались не только части зданий, но и отдельные элементы, форму которых можно было изменять в зависимости от требований условий среды: маркизы, уличные навесы и ширмы (зонты). Маркизы вошли в моду в середине XVIII в. во Франции (однако точных данных о времени возникновения маркиз пока не существует). Очевидно, что развитие шло по пути от ненапряженных тентов к устройствам с напряженными мембранами и механическими захватами, которые и сегодня называют маркизами [65].

Балдахинообразные натянутые занавесы можно видеть на римских мраморных рельефах храма святой богини Фортуны в Праенесте, в храмовых домах в окрестностях Нила. Гравюра на дереве неизвестного автора показывает маркизы и натянутые занавесы из Валенсии (рис. 23). Собирающийся занавес в виде оконной маркизы, которую

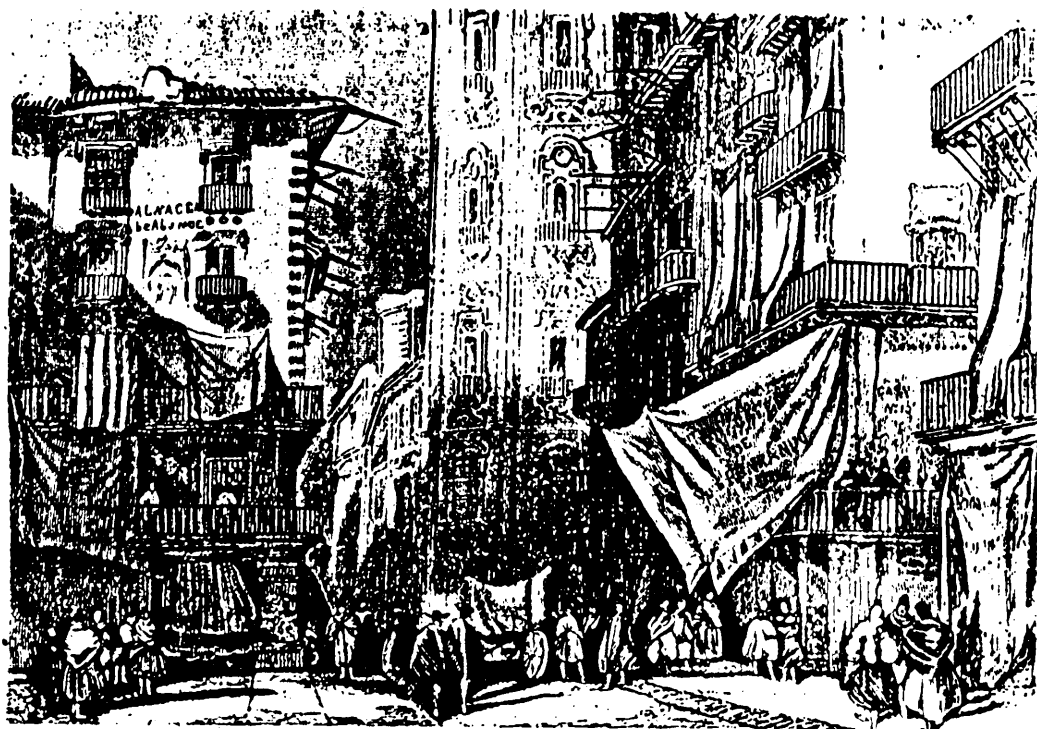


Рис. 23. Маркизы. Гравюра на дереве неизвестного автора. Валенсия. XVIII в.

можно при помощи шнура поднимать вверх и опускать вниз, изображен на картине Каналетто, написанной в 1765 г. Конструктивно маркиза была устроена следующим образом: шнур двигался по внутренней стороне занавеса, маркизы могли иметь несложные подпирющиеся штанги, которые устанавливались между окном и спускающимся вниз занавесом. Штанги крепились свободно или шарнирно к окну. Натягиваемый занавес изготовлялся из маркизного тика или других крепких, плотных тканей. Такие маркизы с их несложной конструкцией применяются еще и сегодня в южных странах.

В 1795 г. в Террацине по случаю визита Папы Римского был натянут собирающийся тканевый навес, так называемый теневой парус. Полотно было закреплено в пяти местах на здании и

поддерживалось на четырех канатах, которые от здания наклонно спускались к четырем мачтам, закрепленным растяжками.

В конце XIX в. появились остекленные витрины, а в связи с этим и маркизы для магазинов. Несложные конструкции, существующие и поныне, состояли из верхней стальной трубы, которая закреплялась обоими концами, на одном из которых имелись канатная тяга и лебедка или передаточный механизм с шатунами. На эту трубу накручивалась прочная ткань. В полюю кайму с нижнего края ткани вставлялась другая труба. К ней с обеих сторон могла крепиться ручка из металлического профиля или трубы в форме рычага. Эта ручка крепилась к зданию шарнирно и могла опускаться вниз на 90° — от положения параллельно стене до горизонтального положения. Траектория движения нижней трубы при накручивании материалов на верхнюю трубу и обратно, при раскручивании материала под собст-



венной массой трубы, представляет собой полуокружность.

В Средиземноморье с античных времен применялись уличные навесы с солнечными тентами. Так называемые солнечные паруса, которые натягивались над улицей, надежно служили в Испании еще в XVI в. (вероятно, они являются старейшими). Интересно, что в кассовой книге Севильи (архив генерала Аюнтамиенто) содержится запись об отчислениях на строительство таких тентов для похоронных процессий знати (эти записи относятся к 1570—1572 гг.). Солнечные тенты находят и сегодня применение в Севилье (рис. 24). Конструктивно паруса представляли собой полотно, которое при помощи колец крепилось на канатах, натянутых через улицу, и могло перемещаться параллельно. Несложные приспособления типа солнечных тентов используются в настоящее время в Турции, а уличные навесы, подобные испанским, находили в Котохире в Японии [75].

Известны издавна также и легко переносимые тентовые ширмы (зонты). Старейшее из изображений ширмы относится к XIII в. до н. э., на нем ассирийский царь Ассурбанипал находится в коляске с солнцезащитным покрытием в виде зонта (рис. 25). Об использовании зонтов у древних египтян сведений мало. Так, на одном из изображений этого времени праздничный зонт из пальмовых веток защищает эфиопскую принцессу от солнца [111].

В Греции известно использование зонтов с V в. до н. э., на рельефах и вазах можно увидеть и складываемые зонты и их конструкции (рис. 25), состоящие из распорок, прикрепленных друг к другу и к основному стержню. Зонты имели значительную массу и, как показано на картинах, носили двумя руками. Первоначально в Греции зонт служил прежде всего культовым предметом, например, во время религиозных праздников его проносили перед священником. В качестве простого солнцезащитного средств

Рис. 24. Уличные солнечные
тенты в Севилье (слева) и в
Турции (справа)



ва зонт использовался позднее. В Риме зонт был модным дамским атрибутом, применялся как защита от дождя и солнца.

Зонты для репрезентативных целей в религиозных обрядах используются и в следующих столетиях. В христианских процессиях балдахины выполняют еще и сегодня аналогичные функции. На фреске XIII в. показан зонт, который несет служащий Папы Сильвестера при его въезде в Рим (рис. 25). Точные конструкции деталей европейских зонтов известны с XVI столетия (рис. 25). Структура зонта и механика всех деталей сегодня остались такими же простыми: крепко закрепленные узлы на верхнем конце стержня, к которым при-

креплены спицы и движущиеся узлы и подпорки, соединенные со спицами шарнирами. Все части выполнены из дерева, и только шарниры металлические.

В Индии, Китае и Японии зонты применялись уже давно. В IV столетии китайские зонты имели четырехугольную форму. В Японии (конец XVIII в.) использовались зонты с натянутой промасленной бумагой. Индийские зонты VII в. похожи на те складывающиеся зонты, которыми сегодня пользуются в Китае и Японии (рис. 26).

Дальнейшее развитие зонта было определено главным образом следующими изобретениями. В 1710 г. Франц Мариус создает зонт, который можно

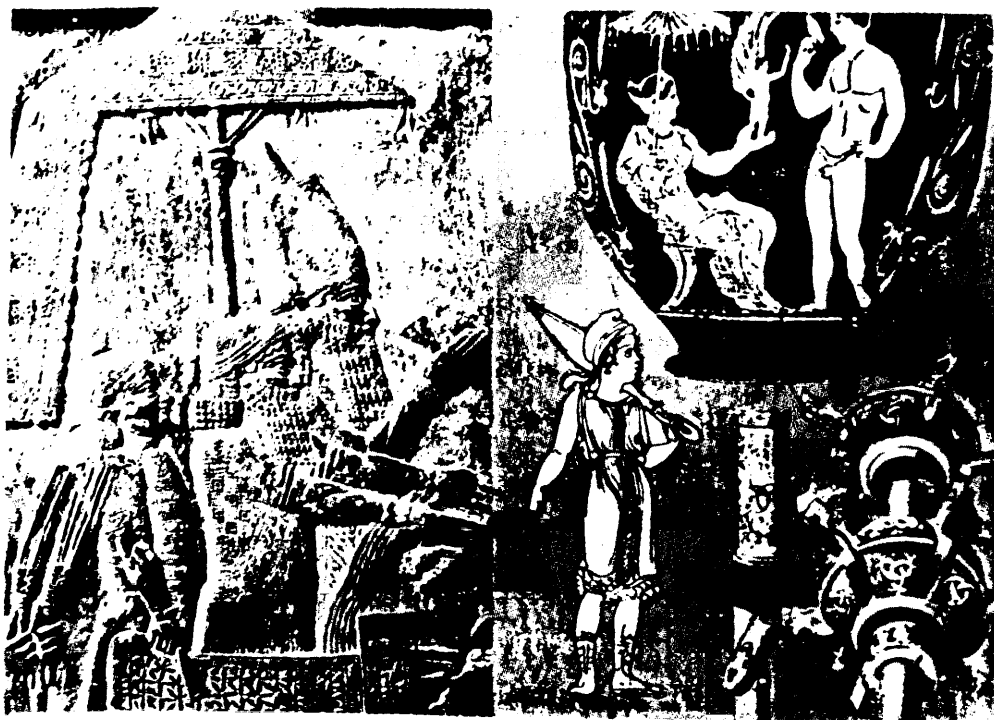




Рис. 25. Теневые ширмы (зонты). Барельеф с изображением ассирийского царя Ассурбанипала, XIII в. до н. э. (верху слева). Изображение зонтов на рельефах и вазах, Греция, V в. до н. э. (верху справа). Фреска с изображением Папы Сильвестера при его въезде в Рим, XIII в. (внизу слева). Гравюра XV в. с изображением складных зонтов (внизу справа)



Рис. 26. Теневые зонты в Индии, Китае и Японии. Слева направо: китайские четырехугольные зонты, IV в.; гравюра на дереве Хокусайса, конец XVIII в.; индийские зонты, VII в.



хранить в сумке (по-видимому, со складным стержнем). В 1852 г. англичанин Самуил Фокс изготовил первый металлический зонт с легкой полотняной тканью. Основным новшеством явилось изобретение немцем Хансом Хауптом в 1926 г. телескопического укороченного зонта под названием "Карпуз". Принципы трансформации, используемые в складных тентах, ширмах и зонтах для приспособления к изменяющимся условиям, находят свое место в истории трансформируемых покрытий, выполняемых из жестких материалов.

Наряду с мембранными пластичными крышами существовали изменяемые крыши, состоящие из одной или нескольких жестких частей, каждая из которых могла передвигаться. Такие крыши можно отнести к трансформируемым. В истории развития строительного искусства встречаются и те, и другие типы крыш.

Откидывающиеся корытообразные крыши, обтянутые сукном или кожей, использовались в повозках наполеоновской армии для защиты солдат от непогоды (рис. 27). Другой пример изменяемых крыш — крыши с кровельными люками, которые в зданиях различного назначения служат для проветривания

помещений. Интересно применение движущихся крыш при скирдовании сена. В Югославии скирды закрывали соломенными островерхими или покатыми крышами (рис. 28). В деревянных угольниках-подпорках имеются на небольшом расстоянии одно от другого по высоте отверстия, в которые можно вставить деревянные клинья или болты, служащие для опирания крыши. Эти старые конструкции крыш сегодня воспроизводят в современных строительных материалах.

Развитие индустриализации в первой половине XIX в. и применение методов серийного производства продукции привели к созданию и применению в строительстве новых конструкций для большепролетных перекрытий. Приспособляемость архитектурных объектов проявилась прежде всего при строительстве выставок и оранжерей, где использовались легкие быстромонтируемые и демонтируемые детали. Толчок к этому давали стандартизация и изготовление дешевых строительных элементов.

Характерный пример — Хрустальный дворец архитектора Джозефа Пакстона на Всемирной выставке в Лондоне в 1851 г. Огромное здание выставочного павильона было разделено на части посредством простой системы малых сборных элементов заводского изготовления, привязанных к единому стандартному элементу — листу стекла максимально возможного размера — 1,25 м. Все элементы, изготовленные на разных заводах, были смонтированы на строительной площадке в течение 6 мес



Рис. 27. Повозки наполеоновской армии с откидными крышами

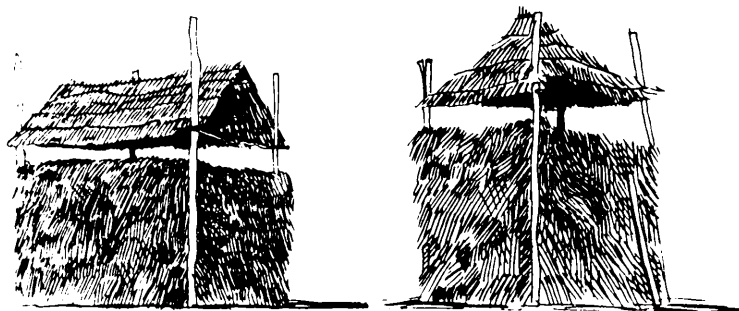
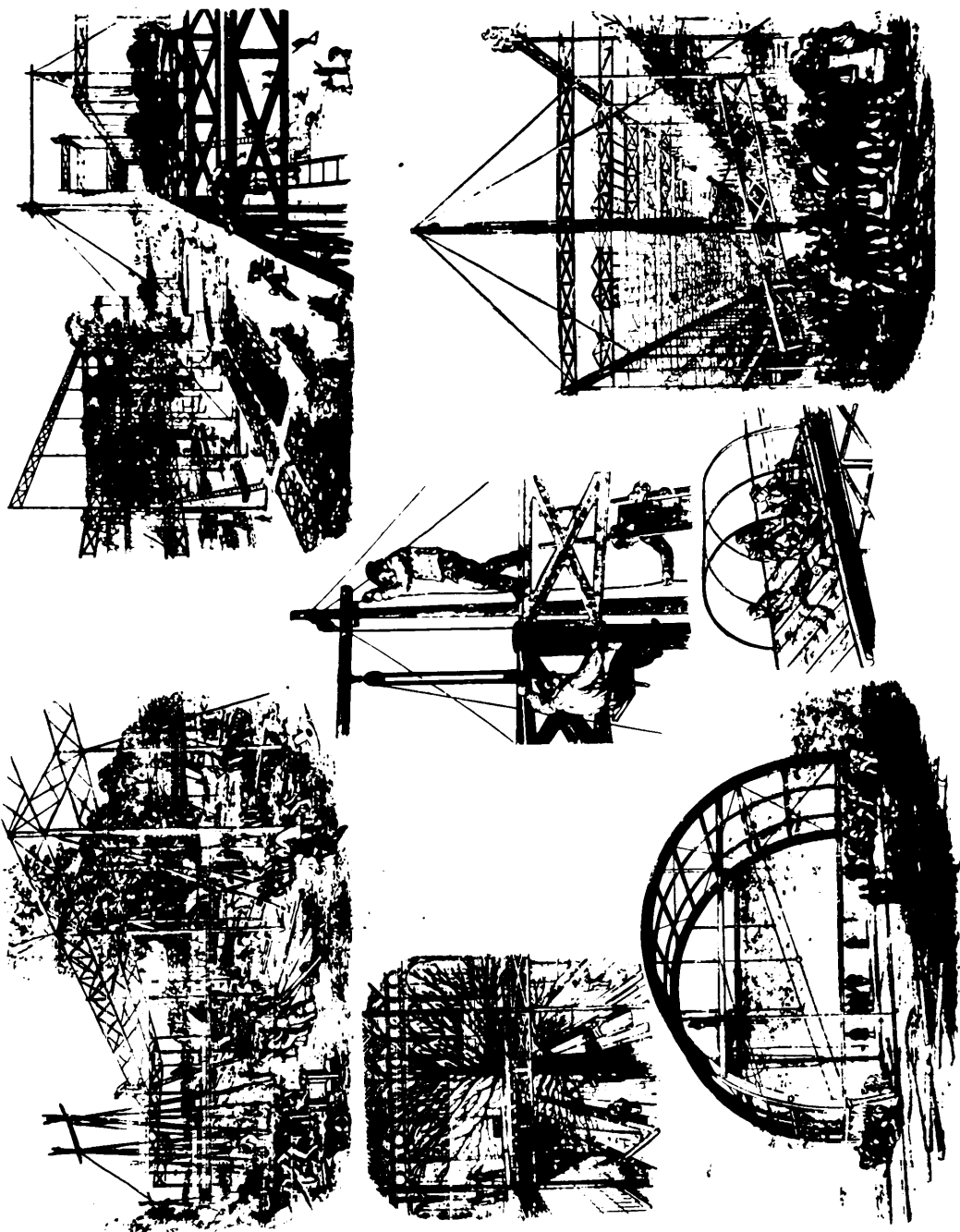


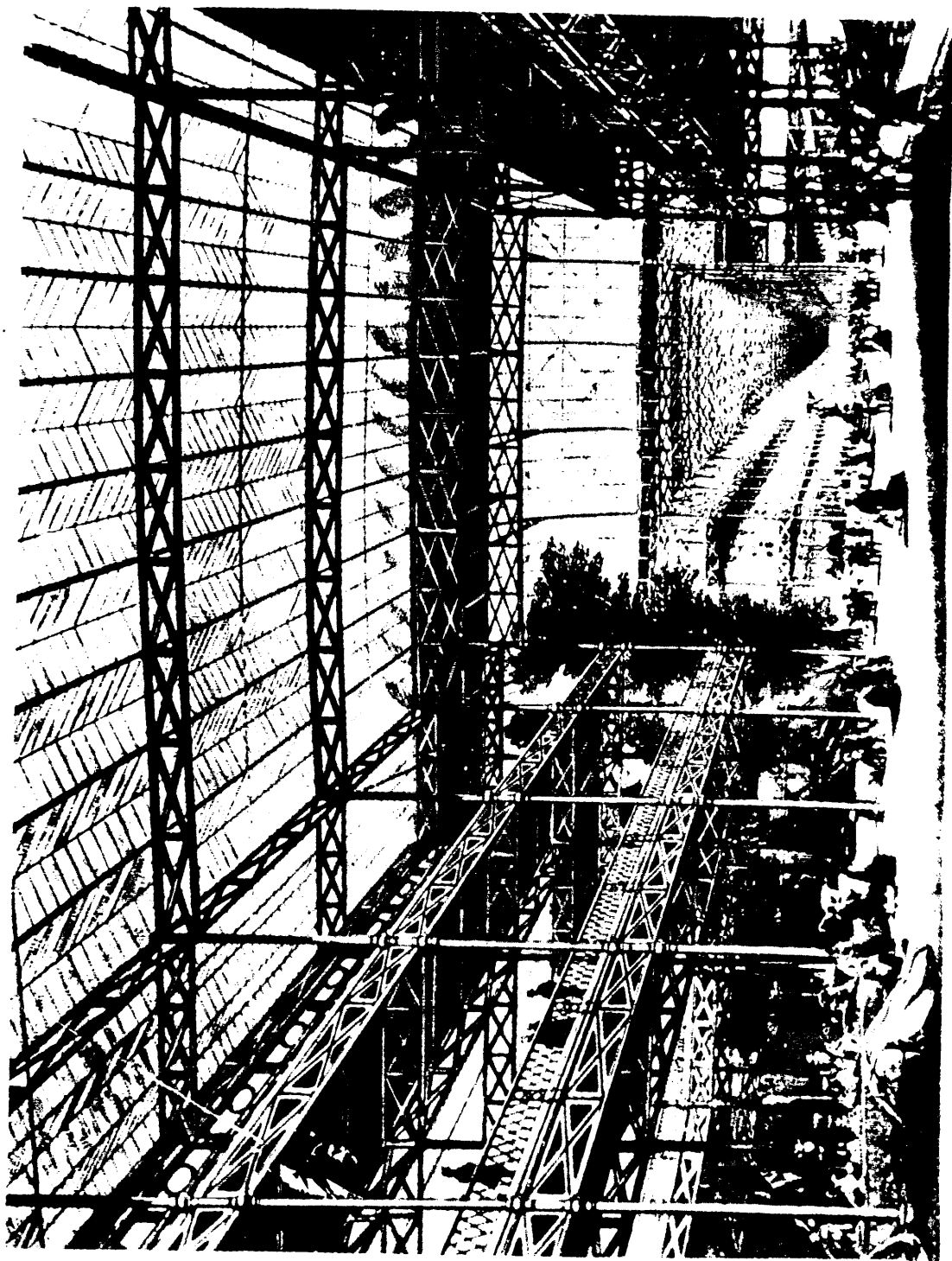
Рис. 28. Движущиеся крыши при скирдовании сена (Югославия)

(рис. 29). Павильон длиной 563 м мог быть просто и легко демонтирован и перевезен на другое место. Помимо этого он имел трансформируемые элементы стен и перекрытий. В стенах верхне-

го этажа были размещены вентиляционные клапаны и люки, которые открывались и закрывались с помощью механического управления. Для того времени такая конструкция была уникальной.

рис. 29. Хрустальный дворец, архит. Д. Пакстон (1851 г.). Фрагменты монтажа строительных элементов (с. 55). Интерьер (с. 56)





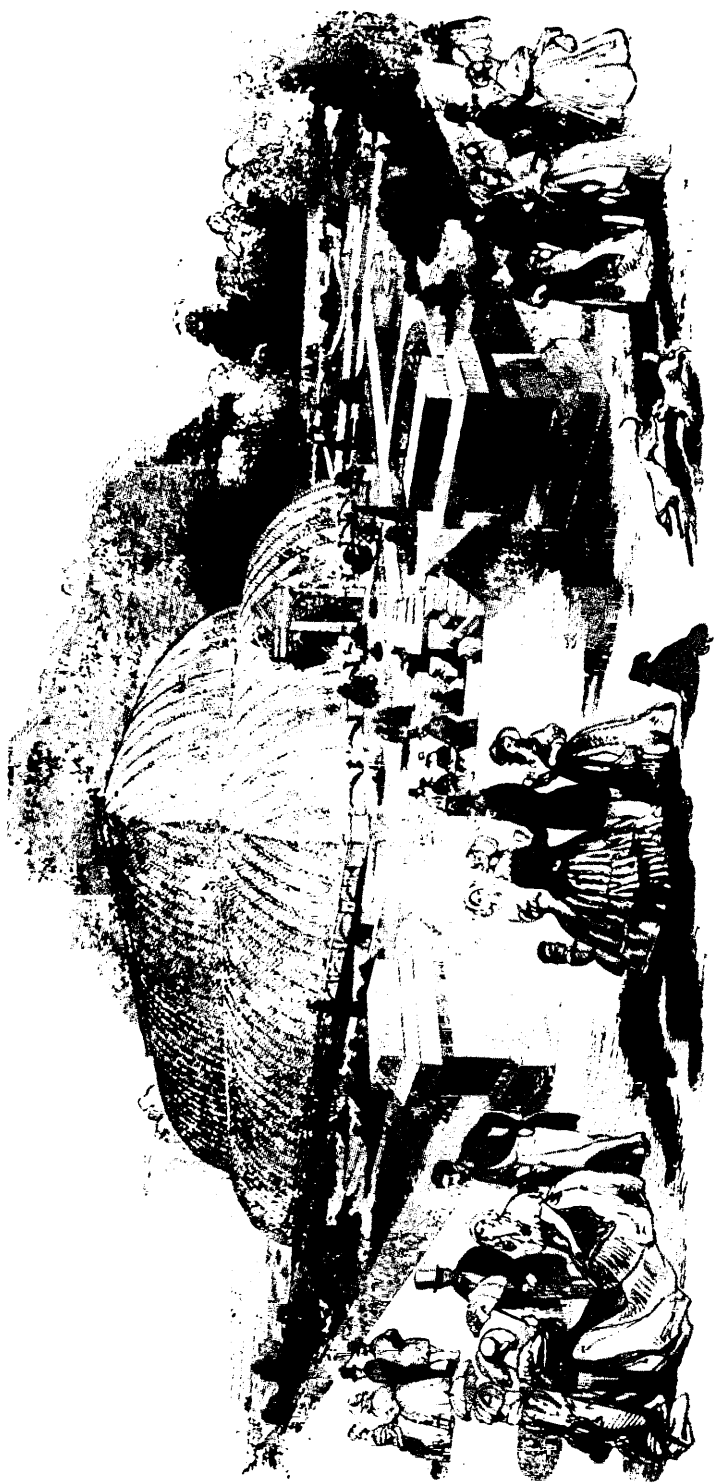


Рис. 30. Оранжерея в Чатсворте, архит. Д. Пакстон (1837 г.). Иллюстрация из "Лондон ньюс" 31 августа 1844 г. Общий вид с итальянской террасы (с. 57). Интерьер (с. 58)

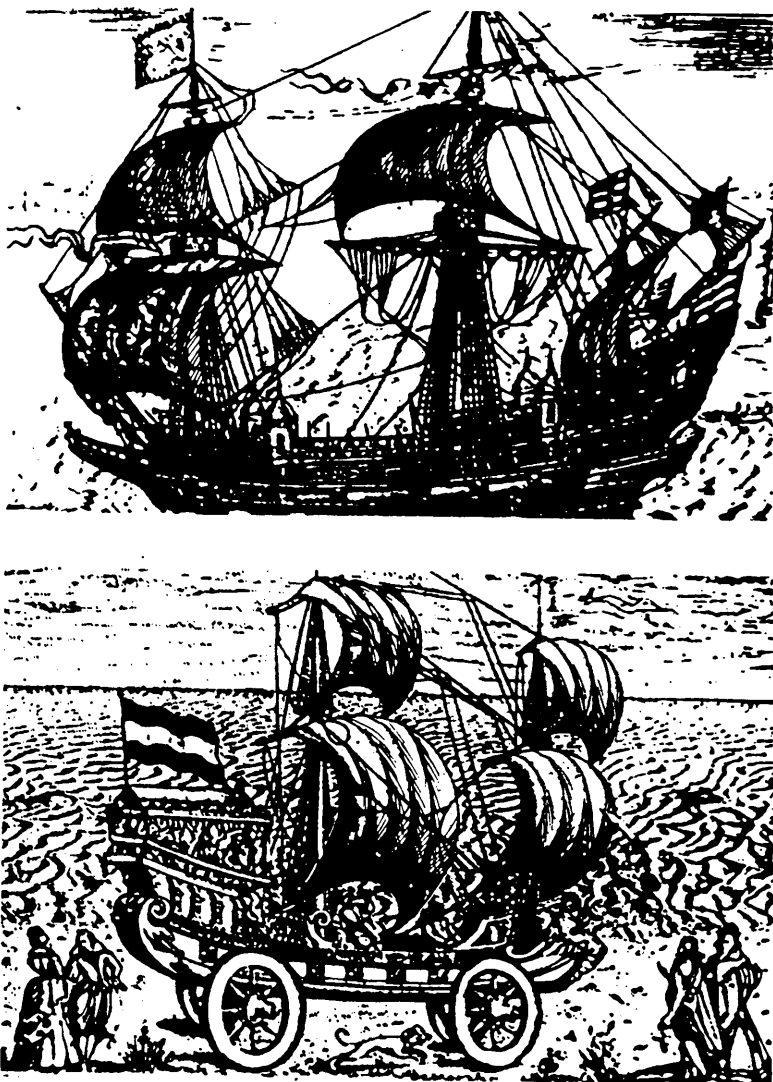


Аналогичный способ с использованием принципов сборно-разборности, мобильности и трансформативности применил Д. Пакстон при проектировании оранжереи для тропических растений в Чатсворте в 1837 г. (рис. 30). В это же время в Париже строится созданная Руо оранжерея Ботанического сада (1833 г.), ставшая прототипом всех больших оранжерей с металлическим каркасом, а также созданная Фонтеном Орленская галерея (1829—1831 гг.), составляющая часть Пале-Рояля в Пари-

же. Известно также, что перед падением Луи-Филиппа (1848 г.) возник тщеславный план перекрыть все ботанические сады Парижа трансформируемыми стеклянными крышами, которые в летнее время могли бы быть демонтированы [76]. К этому же периоду относятся примеры строительства из серийных стальных элементов ряда общественных зданий и инженерных сооружений, таких, как демонтируемые мосты Эйфеля [100].

Как продолжение и развитие прин-

Рис. 31. Ветряные сооружения. Вверху — парусный корабль "непобедимая Армада", 1588 г.; внизу — парусная повозка 1599 г.



ципов мобильности в истории архитектуры наблюдается появление сборно-разборных зданий, которые при необходимости можно было перевозить, монтировать и демонтировать. Первые в России мобильные здания — сборно-разборные бараки, использующиеся во время Крымской кампании 1853—1854 гг., после непродолжительной эксплуатации на одном месте перебрасывали на другое. Но большого распространения в то время такие здания не получили. К

мобильным типам зданий для других целей в России вернулись позже. Так, в 1896 г. на заседании С.-Петербургского Общества архитекторов [59] указывалось на необходимость строительства переносных зданий для организации жилья в стране. За границей переносные постройки уже давно существовали. Такие сооружения покупались Россией у финляндского акционерного общества "Сандвик" и датского товарищества "Христоф и Уммак". Потребности

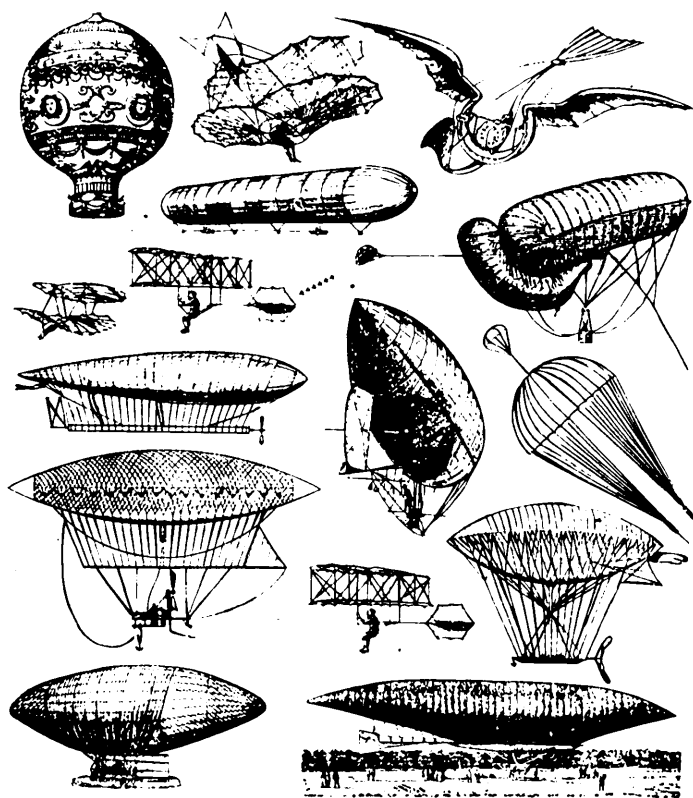


Рис. 32. Воздушные и транспортные системы и сооружения

телями и заказчиками переносных построек были почти все военные министерства Европы, США, Мексики, Вест-Индии, Сиам, Японии, даже Египет, Конго и Алжир имели эти постройки.

На протяжении всей истории развития материальной культуры постоянное внимание людей привлекали конструктивные системы и устройства, использующие воздух и ветер для создания приспособляемых к различным условиям зданий и сооружений. Стремление человека поставить себе на службу естественные энергоактивные источники передвижения вело к изобретению таких сооружений. Тот же принцип, что и у парусного судна, был применен в парусной повозке, которая сегодня мало известна (рис. 31). Примерно 4000 лет тому назад Аменемхет III ездил по пустыне "на колесах и парусах" [92]. В Китае также использо-

вался парус как средство, помогающее движению на тележках. В 1599 г. Симон Штейвин построил для Моритца, принца Орании, парусную повозку, по конструкции родственную кораблю. Повозка вмещала 28 человек и перемещалась по ветру со скоростью 7 миль в час. Интересен также воздушный корабль — нечто среднее между парусной лодкой и парусной повозкой.

Около 1595 г. итальянец Фаусто Ферранцио спроектировал ветряное колесо со складными лопатками с приводом к двум мельницам. Плоскости, воспринимающие действие ветра, состояли из линейно натянутых канатов, перекрытых мембраной. Около 1500 г. в эскизах Леонардо да Винчи появляются своего рода призмобразные парашюты из плотного полотна для развлекательных целей. В связи с этим можно упомянуть и о воздушных драконах и змеях, кото-

а

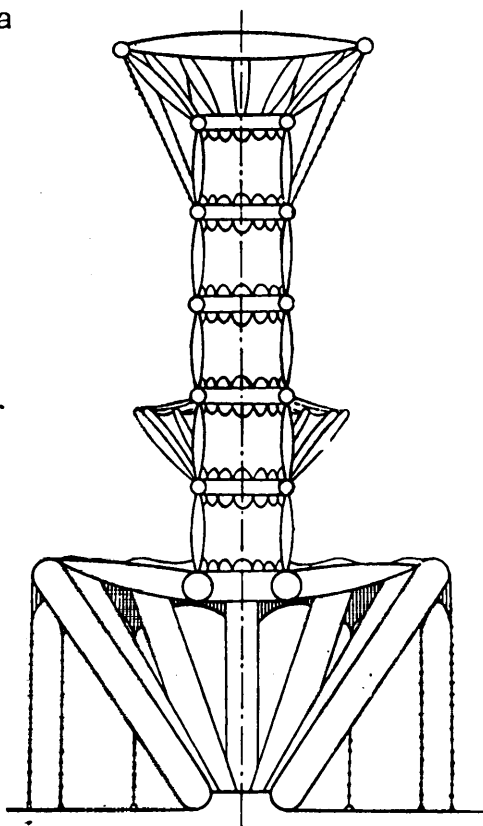
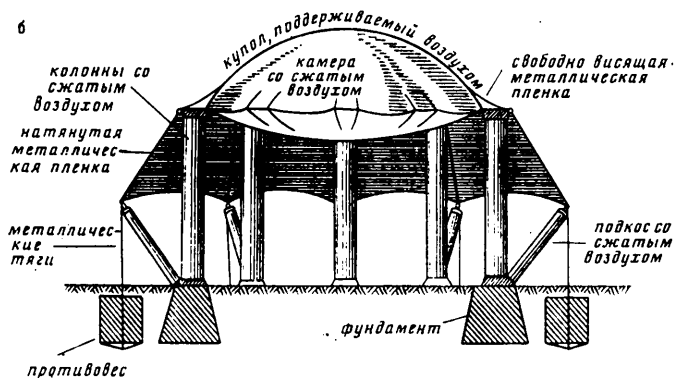


Рис. 33. Проекты воздухоносных сооружений Г. И. Покровского. "Фантастический" проект Дворца физкультуры, 1936 г., инженерная реконструкция В. В. Ермолова (а). Проект пневмолинзового покрытия круглого зала, 1936 г. (б)

б



рые были известны давно. И даже на Троянской колонне в Риме есть изображение рельефа с полевым драконом, надувающимся при попадании в него воздушного потока [92].

История дает нам множество приме-

ров пневматических сооружений, начиная от ассирийских плотов, воздушных шаров и кончая легкими воздушными транспортными сооружениями (рис. 32). Но все это примеры нестроительного применения замкнутых надувных оболочек. Пневматические надувные оболочки, обладающие эластичностью, гибкостью и легкостью, позволяют получать эксплуатационные пространства, имеющие компактные габариты в сложенном состоянии. Однако такие строительные конструкции могли появиться на практике только во второй половине XX столетия как продукт высокоразвитой техники при наличии специальных воздухонепроницаемых материалов для оболочек и надежных воздухоподающих систем. В прототипных и патентных разработках они появились немного раньше.

Из двух основных типов пневматических строительных конструкций первыми появились воздухоносные (собственно надувные). Воздухоопорные (оболочка "опирается" на воздух, находящийся под невысоким давлением) были созданы немного позже, что связано с отсутствием соответствующих материалов. Но в целом они развива-

лись и реализовались примерно в одно время. Патентная литература начала века свидетельствует о наличии пневматических конструкций в конце прошлого и начале нашего столетия [16]. Известно, что серийное производство

пневмокаркасных палаток "иглу" началось в 1936 г. по разработкам английской фирмы "Нью-Матик тент" в Доркинге, 1934 г. [26].

К этому же времени относятся проекты проф. Г. И. Покровского (рис. 33), использующего надувные колонны, стеновые панели, кольцевые обвязки и растянутые отяжки, катанарные пояса и мембраны. Интерес представляет решение покрытия зала в виде пневматической линзы [16].

Воздухоопорное сооружение было изобретено в 1917 г. Фредериком У. Ланчестером (патент № 19339, Англия), а в 1938 г. им был опубликован проект воздухоопорного купола диаметром 330 м (рис. 34, а). В это же время появился проект пневматического строительного тепляка для Антарктиды (рис. 34, б) немецкого архитектора Бодо Раша и позднее, в 1942 г., проект воздухоопорного здания американца Герберта Г. Стивенса [16]. Эти проекты, предназначенные для военных и инженерных целей, не были реализованы, только в 1948 г. У. У. Берду удалось смонтировать первое реальное воздухоопорное здание и организовать свою фирму по выпуску таких объектов [64].

В Европе первое воздухоопорное сооружение появилось в 1958 г. на Брюссельской Всемирной выставке (изготовлено американской фирмой "Ирвинг"), а затем началось интенсивное освоение производства пневматических сооружений во многих странах мира. В нашей стране они появились в конце 60-х гг. и одно из них экспонировалось на ВДНХ в 1961 г. Пневматические здания и сооружения, обладая всеми необходимыми свойствами для приспособления к изменяемым условиям среды обитания, имеют большие преимущества и перспективы использования в практике строительства объектов различного назначения.

Совершенно другой принцип приспособляемости в архитектуре, связанный с возможностью изменяемости в жилищном строительстве, наблюдался во времена заселения Америки. По это

Рис. 34. Проекты воздушных сооружений
а — проекты Ф. У. Ланчестера: 1 — сферический купол, 1938 г.; 2 — цилиндрический

свод, 1917 г.; б — пневматический строительный тепляк для Антарктиды, 1938 г. (предложение Б. Раша)

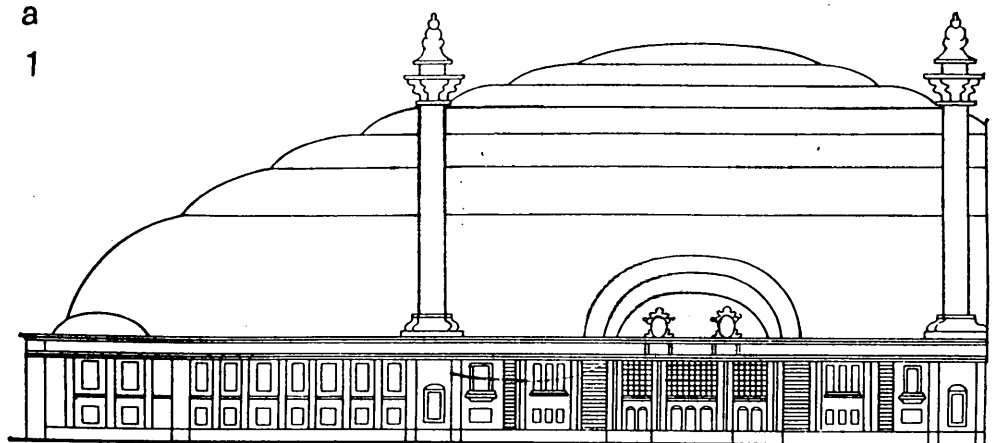
му поводу З. Гидеон отмечал: "Американская архитектура с самого начала — с высадкой первого поселенца — характеризуется определенной тенденцией: американский дом имеет план, который можно увеличить в зависимости от новых социальных и хозяйственных условий" [76].

Интересно, что в европейских странах, например, на юге Германии, в Австрии, Швейцарии, как правило, дома перестраивались только внутри, а наружные размеры не изменялись. Американские деревянные дома сначала строились одно- и двухэтажными и увеличивались в соответствии с потребностями путем надстройки и пристройки. Общепринятое пристраивание флигеля образовывало Г-образный план, который положил начало развитию гибкого и свободного рисунка плана. Дома не всегда были большими: но иногда для будущего использования молодым поколением их строили большими и разделенными на части.

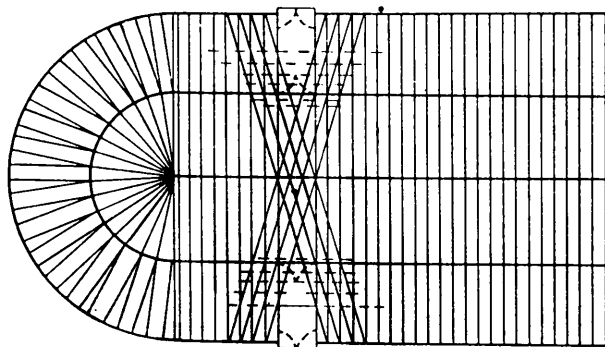
Другой пример приспособляемого строительства известен в Японии. Уже в средние века японцы рассматривали дом как временный и преходящий, соответственно свои дома они строили легкими и простыми, однако, отличались они точностью конструкции, обогатившим подбором материала и качеством исполнения. Характерно, что концепция японского дома учитывает потребности людей в помещениях совершенно особого размера. Так, уже в ранние времена использовался соотносящийся с человеком модуль (в качестве внутреннего размера между конструкциями) — единственный и общий размер татами-матов (91×182 см). У японского жилого дома пространственность в понятии "дом" означает в большей степени покрытие (колпак) над органическим единством интерьера, чем над индивидуальной замкнутостью отдельных помещений. Разъединение и

а

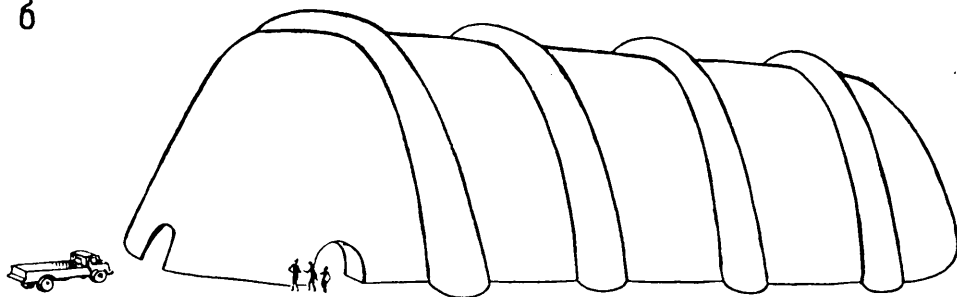
1



2



6



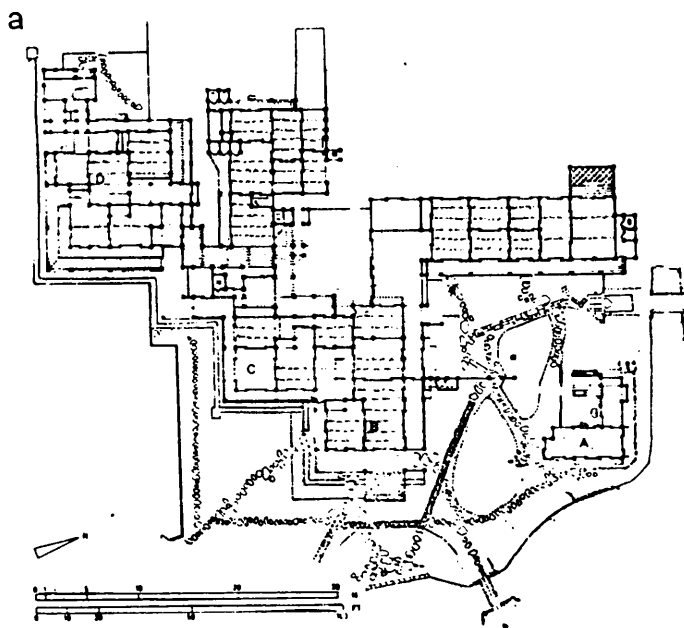
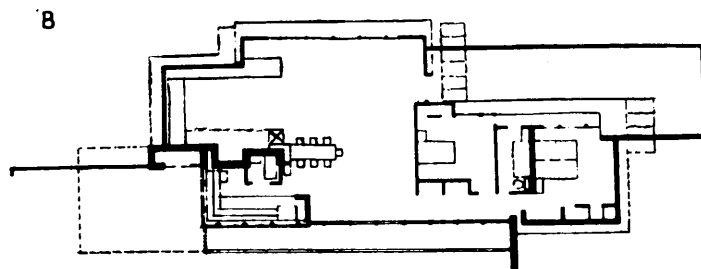
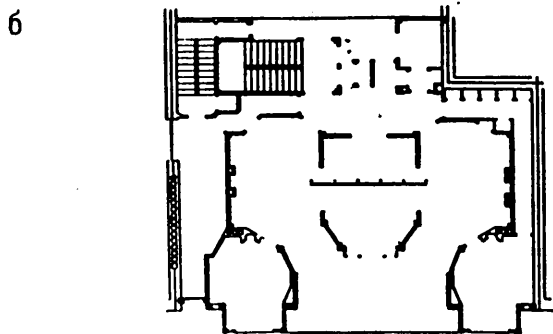


Рис. 35. Здания с гибким планом. Японский дом Катсура-дворец, 1620 — 1647 (а). Дом Изабеллы Робертс, 1620 — 1647 (а). Дом Изабеллы Робертс, Иллинойс, США, 1970 г. (б). Дом Огюста Перрье в Рюе Франклин, Париж, 1903 г. (в)



одновременное объединение пространства определяют историю японского жилого и дворцового строительства. Пример внутренней изменяемости японского дома — Катцура-дворец¹ (1620—1647 гг.) с его неправильно организованной формой плана, построенный на татами-модуле помещений, с многочисленными изменяющимися стенами, который стоит еще и сегодня (рис. 35, а).

Приемы трансформации пространства, которые использовались и развивались на протяжении многовековой истории традиционной японской народной архитектуры, поражают простотой средств и совершенством.

Франк Ллойд Райт, на проектную деятельность которого повлияли приемы японского жилищного строительства, говоря об "органической архитектуре" (1910 г.), отождествлял жилой дом с организмом: "Современное здание в противоположность каждому ранее безрассудному накоплению частей имеет органическую сущность" [69]. Этот тезис обнаруживается у Райта, находящегося во власти американских традиций начала заселения Америки, в создании гибкого свободного плана. Приспосабливаемость означает у Райта существующую взаимосвязанность различных помещений в закрытом пространстве как по горизонтали, так и по вертикали (дом Изабелы Робертс, рис. 35, б), а не жесткое обычное предварительное фиксирование границ пространств помещений [65].

В Европе известны постройки рубежа столетий, которые также имеют отличительные черты изменяемости, но другого вида. В 1903 г. Огюст Перрье проектирует свой жилой дом в Руе Франклин в Париже, план которого может изменяться (рис. 35, в). Несущие конструкции дома каркасные из железобетона, ограждающие стены не нагружены и свободно вставлены в кар-

кас. Аналогичный прием использовал в 1893 г. Виктор Хорта в своем семиметровой ширины жилом доме в Руе Турин в Брюсселе. Вариабельность в исполнении пространства достигалась благодаря применению железобетонного каркаса в качестве несущих конструкций. З. Гидеон придает вариабельности пространства в устройстве этого дома большее значение, чем, например, появлению югендстиля. Он называет эти постройки одним из первых европейских начинаний, позднее Ле Корбюзье назвал это "свободным планом" [76].

Приведенные примеры приспособляемого строительства свидетельствуют, что приспособляемость конструкций можно отнести ко всему зданию (как показывают постройки первобытных людей или строительство выставок времен начала индустриализации) или только к его частям (римские веллы и тенты, американские поселковые дома, постройки Райта, Перрье и Хорта с их внутренней изменяемостью). Возможность приспособлять здания к меняющимся потребностям универсально достигается с помощью уменьшения массы конструкции (легкое строительство). Внутренняя изменяемость пространства, основанная на использовании легких строительных элементов здания, характерна прежде всего для японского жилого дома. Однако на примере жилых домов первобытных людей можно наблюдать способы создания приспособляемого жилья из традиционных строительных материалов. Первобытные народы при аналогичных метеорологических условиях независимо друг от друга пришли к приспособляемой строительной практике (здесь особенно показательно палаточное строительство), что объясняется скорее конструктивным чутьем, чем преднамеренным и запланированным архитектурным проектированием. Точно так же приспособляемые жилые дома в американских поселках и выставочные здания начала индустриального строительства еще не могли претендовать на объяснение появления приспособляе-

¹ Понятие "дворец" в Европе имеет другое значение, чем в Японии, где оно означает огромный распластанный жилой дом, а иногда также виллу или резиденцию.

мой архитектуры. Но уже постройки Райта, Перрье и Хорта показывают, как можно строить целенаправленно и запланированно, используя принципы приспособливания.

2.1.2. Теоретические разработки

Приспособляемость (адаптивность) архитектурных объектов к соответствующим потребностям людей узаконилась как направление в архитектуре в 50-е гг. XX в. Стремление к проектированию и изготовлению легких и гибких структур способствовало разработке их теоретических обоснований и требований к ним. Разделение этих сторон проблемы произошло еще раньше: практические предшественники адаптивной архитектуры существовали уже в историческом прошлом, а теоретические возникли примерно к началу XX в.

Исследуя основные положения Программы и Манифеста архитекторов XX столетия, можно четко проследить, что наряду с требованиями к созданию достойного человека жилища, индивидуальной свободе, уменьшению давления на частные интересы почти всегда выдвигались требования к приспособляемому способам строительства. При этом, конечно, не всегда использовался термин "приспособление", который в архитектурной теории утвердился в 50-х гг., когда возникла необходимость приспособления зданий к динамике человеческой жизни. Программа имела различные формулировки, но почти все требовали создания изменяемых мобильных построек или зданий [89].

Футуристы Сант'Элиа и Маринетти в 1914 г. выразили свои радикальные взгляды на искусство и архитектуру в планах к проекту "Новый город"¹. По их мнению, "мы в самом деле потеряли смысл в монументальности, тяжести и статике и наши чувства обогащает вкус к легкости и практичности, к непостоянству и скорости" [69]. Они отмечали, что последние качества относятся к фундаментальным отличительным чер-

там футуристической архитектуры, и пытались облечь футуристическое пристрастие к процессу движения в форму художественного элемента современного города [12]. В Манифесте от 14 июля 1914 г., опубликованном в связи с выставкой в Милане, Антонио Сант'Элиа провозгласил требование создавать сооружения на основе предельно гибких объемно-планировочных решений с использованием новых материалов для конструкций для обеспечения мобильности и изменчивости, так как "жизнь домов не будет продолжительна, как у нас, каждое поколение должно будет построить свой город" [69].

Спустя 10 лет Тео ван Дусбург формирует свою теорию элементарного образа. В девятом пункте своей программы он провозглашает: "Новая архитектура открыта". Все состоит из пространства, которое расчленено в соответствии с различными функциональными потребностями посредством разделяющих плоскостей (внутри) и защищающих плоскостей (снаружи). Перегородки, разделяющие различные функциональные помещения, могут быть подвижными благодаря использованию регулируемых и заменяемых плоских смежных элементов [69]. Будучи приверженцем современной концепции соотношения между вертикальными и горизонтальными поверхностями как основы эстетической трактовки, Т. Дусбург — основоположник движения "Стиль" дает наглядное изображение этой концепции (рис. 36), чтобы продемонстрировать, что взаимосвязь между уровнями расположения плоскостей является основным средством выражения в архитектуре [76].

¹ Еще в 1909 г. футуристы, проявляя большой интерес к изучению процесса движения, утверждали, что "великолепие мира обогатилось новой красотой — красотой скорости" и позднее в 1912 г. во "Втором техническом манифесте" определили основной принцип: "Объекты, находящиеся в движении, изменяют свой облик, их очертания как бы колеблются, да и они в самом деле колеблются, перемещаясь в пространстве" [12].

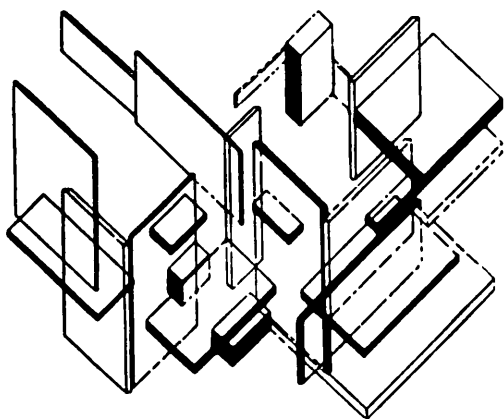


Рис. 36. Взаимосвязь вертикальной и горизонтальной

плоскостей. Рисунок Тео ван Дусбурга. Около 1920 г.

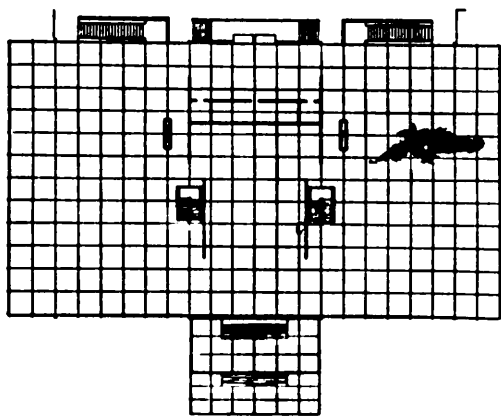


Рис. 37. Кроун-зал Иллинойского технологического инс-

титута. Архит. Мис ван дер Роэ, 1950 — 1956

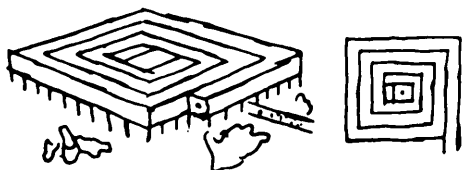


Рис. 38. Музей без фасада с возможностью расширения. Архит. Ле Корбюзье, 1931 г.

вой выставке "Стиль" 1923 г. Кислер идет дальше и определяет соответствующие требования к легким строительным способам: "Без стен и без фундамента". Его "бесконечный дом" имеет точно определенные помещения... "каждое отделение может против обыкновения быть закрыто, а если необходимо, то открыто. Так возникает пространство "бесконечного дома" [70].

В пяти пунктах к новой архитектуре Ле Корбюзье провозгласил свободный образ плана: "Опорная система несет междуэтажные перекрытия и идет до крыши. Смежные стены будут изготовлены любыми по желанию, при этом этаж не будет связан каким-либо образом с другим. Это осуществляется не несущими стенами, а только мембранами любой величины. Следствием этого является абсолютная свобода в образовании плана" [69].

Этот же принцип заложен в проектах Мис ван дер Роэ, который говорил: "Мы не позволим функциям диктовать нам план. Вместо этого запроектируем пространство, приемлемое для различных функций". Известным примером является Кроун-зал Иллинойского Технологического института 1950—1956 гг. (рис. 37). В 1931 г. Ле Корбюзье спроектировал "музей без фасада с возможностью неограниченного расширения" [71]. Музей имеет только один тип балок, один тип опор и один тип окон. Он раскручивается из центра наружу и может по желанию увеличиваться в угловой спиральной форме (рис. 38).

В этом же году председатель Берлинского городского строительного Совета Мартин Вагнер выступил с инициативой изучать растущие и при этом приспособляемые здания и строительные приемы для практической ориентации. При поддержке Ханса Поэльцига был объявлен конкурс на тему: "Растущий дом" [106]. Было рассмотрено свыше тысячи присланных работ и среди победителей звучали такие имена, как Бартинг, Айерманн и Яенэке, Гропиус, Хойринг, Хильберзаймер,

Аналогично рассуждает и Фредерик Кислер, считая, что необходима "постройка, которая адекватна эластичности жизненных функций" [69]. На пер-

Мендельсон, Поэльциг, Шароун, Макс Таут и др. [71].

Понятие "растущий дом" означает здесь решение проблемы приспособления в первую очередь путем увеличения здания без учета проблемы сокращения семьи или других возможностей использования. Мартин Вагнер сказал об этом конкурсе: "Премиированные работы... стоят в центре внимания острой дискуссии архитекторов, строительных предпринимателей и строителей. Ни один участник выставки не имел представления о том, что он решил проблему растущего дома во всей ее важности и значимости и во всей ее идеализации. Поднятая постановка проблемы дает возможность узнать, что мы еще далеки от ее решения и что всем людям, принадлежащим к строительству, открывается широкое поле деятельности. Эта маленькая строительная задача, которая была поставлена немецкой строительной индустрией, в то же время также является труднейшей, которую когда-либо могли поставить". Рассматривая эту проблему в связи с градостроительными задачами, М. Вагнер приходит к выводу: "от растущего дома к растущему городу" [106]. В результате конкурса было построено в 1932 г. архитектурным рабочим обществом "Растущий дом" примерно 20 различных домов на берлинской строительной выставке. Они вызвали огромный интерес берлинцев, а после выставки были законсервированы и проданы.

Конрад Вахсман, проводя исследования в области панельного строительства и пространственных несущих конструкций и элементов, преследует при этом цель развертывать здание из серийно изготовленных деталей, причем при обязательной стандартизации и предварительном их изготовлении для приспособляемого способа строительства. "Благодаря мультипликации (умножению) ячеек и элементов, следующей из условий индустриализации, должно развиваться косвенно и строительное производство. Модульные координационные системы, научные ме-

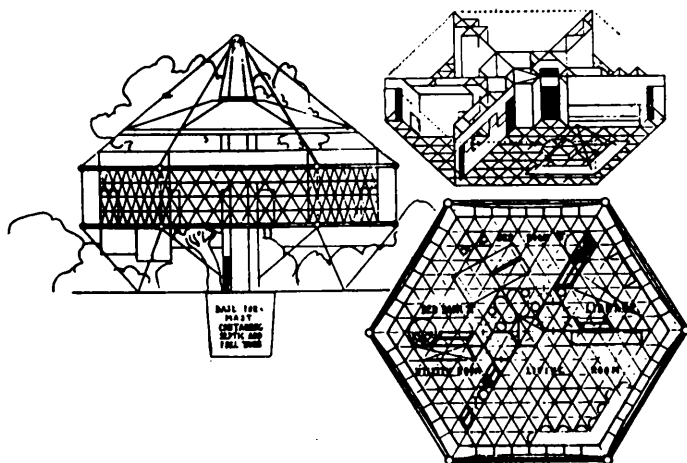
тоды исследования, законы автоматизма, точность оказывают влияние на творческие мысли" [69].

Рихард Бакминстер Фуллер в целевой установке "строить приспособляясь" одновременно следует двум позициям: с одной стороны, он ищет возможности с помощью применения больших пролетов дать "задуманную" людям свободу внутри помещения, а с другой стороны, в связи с необходимостью перемены места жительства предлагает упразднить фиксацию жилища на одном определенном месте. Первая дорога ведет его к гигантским куполам, другая — к мобильным домам. Примером первого направления может служить его проект Даймекшн-хауза¹ из легких металлов и пластика. Его несущая мачта-ядро состоит из "механических обслуживающих аппаратов" (специальные устройства на кухне и в санузле), а к ней подвешен с помощью тросов основной объем здания (рис. 39). Райнер Банхам оценивает это изобретение как "технологическую критику на техническую антикварность интернационального стиля" [62]. Занимаясь проблемой подвижности жилых домов, Б. Фуллер предполагает, что башня и все элементы дома будут доставляться дирижаблями. В 1964 г. авиационной фирмой был произведен серийный выпуск упрощенного варианта этого дома под названием "Вичита-хауз" на основе технических методов и средств, используемых при сборке самолетов. К мобильным домам можно отнести не только цилиндрические стальные жилища, используемые для военных целей, но и небольшие легкие геодезические купола, перевозимые вертолетами.

В теоретическом наследии Б. Фуллера большую притягательность в подходе к проблеме гибкости и динамичности имеет его концепция "тотального дизайна", основанная на принципе минимакса (минимум затрат и максимум

¹ Ранее называемый "Дом 4D" был выставлен в универсальном магазине Маршалла Филда, где и было изменено название на "Даймекшн-хауз" (от слов: динамизм и максимальная эффективность).

Рис. 39. Даймекин-хаус. Архит. Р. Б. Фуллер, 1930 г.



эффективности) и нашедшая свое воплощение в создании искусственной среды — "универсума" [36]. Сводя роль архитектуры к чисто утилитарному назначению — защитной оболочке (невидимому энергетическому клапану) между человеком и природой, трансформирующейся и свободно перемещающейся в пространстве и времени, он приходит к идее дематериализации архитектуры, которая будет развита позднее другими архитекторами.

На X Конгрессе CIAM¹ в Дубровниках (1956 г.) наряду с другими были намечены вопросы мобильности в архитектуре, ответы на которые всегда требовались вследствие возникающей концентрации городов. После конгресса CIAM Иона Фридман в 1958 г. основывает научно-исследовательскую группу

по изучению мобильной архитектуры GEAM², в основном манифесте которой было указано на действительную реальную неузнаваемость современного градостроительства и его ожидаемую последующую образность. Были также сделаны предложения по реформе собственности, изменяемым конструкциям, предварительному изготовлению и городскому планированию. А в 1959 г. на конгрессе ТИАМ в Оттерло группой архитекторов³, куда входили Ж. Бакема, Ж. Кандилис, С. Вудс и др., была выдвинута идея динамического градостроительства, мобильности элементов и функций города, а также идея, наиболее отвечающая современному образу жизни и социальной психологии города, возрождения традиций компактной городской среды [49].

Идея разработки поднятых над землей пространственных образований была поддержана и развита Ионой Фридманом, который с 1958 г. разрабатывает теорию пространственно-мобильной урбанизации⁴. Для приспособления градостроительных образований к изменяемым потребностям общества он

¹CIAM — Congres Internationaux d'Architecture Moderne (Международные конгрессы архитектуры основаны в 1928 г. в Ля Сарра, Швейцария) был первой интернациональной организацией, которая объединила разрозненные движения новой архитектуры, сыграла значительную роль в выработке общей платформы и систематизации идей с целью освободить архитектуру от влияния академий, сделал ее способной ответить на неотложные требования современности. Распад CIAM в 1956 г. был следствием противоречий между догматизмом и новыми направлениями в архитектуре.

²GEAM — Groupe d'Etude d'Architecture Mobile — Группа исследования мобильной архитектуры.

³Группа по исследованию социальных и визуальных связей.

⁴В теоретическом труде "Мобильная архитектура".

предлагал создание пространственно-развивающихся агломераций в виде непрерывных структур, которые бы не препятствовали любым изменениям, происходящим в жизни. Это достигается путем разделения функций между неизменяемым каркасом (инфраструктурой) и ее заполнением (изменяемым и передвигаемым), а также повышением эффективности использования земли за счет поднятых над землей искусственных уровней, дифференцированных по назначению. Эта идея организации градостроительного пространства получает широкое распространение в творчестве архитекторов во многих странах мира. Поиск решений, отвечающих быстро меняющимся условиям жизни, в архитектуре и градостроительстве привел японских архитекторов к анализу аналогов природы и к разработке теории метаболизма, имеющей своеобразный методологический подход к проектированию. Метаболисты Н. Курокава, К. Танге, К. Кикутаке, Ф. Маки, М. Отака, Н. Кавадзоэ в составе "Группы 7" сформулировали основные положения теории [14].

На базе трехмерных структур, сконструированных Конрадом Вахсманом для создания больших пролетов, Экхард Шульце-Филитц развивает, аналогично Ионе Фридману и др., градостроительную структуру (систему), которая таким же образом требует минимума материалов при максимальном использовании пространства и высокой вариабельности. Экхард Шульце-Филитц видит в своем пространственном городе "возможность решения основной дилеммы между динамикой городской жизни и статикой постройки. Она является развитием следующих агломераций с различными пространственными структурами, рисунок шрифта структуры неуклонно управляет быстрым размножением в организованном направлении, свобода заключается в нескончаемых возможностях комбинаций" [80]. Пространственный город здесь можно охарактеризовать как "структурный, систематизированный,

отфабрикованный, монтабельный и демонтабельный, растущий и усекаемый, приспособляемый, климатизированный, мультифункциональный пространственный лабиринт".

Развитие идеи гибкости, динамизма, роста, адаптации в архитектуре и градостроительстве приводит к необходимости разработки новых методов проектирования динамичных структур. Появление в 50—60 гг. большого количества футуристических, а порой фантастических проектов, объединяющихся в один принцип "clip-on"¹, характеризуется дифференциацией между проектированием несущей структуры, рассчитанной на долгий срок использования и включающей весь комплекс жизнеобеспечения и коммуникации, и проектированием смежных функциональных ячеек, трансформация и замена которых путем комбинаций дает возможность изменять объемно-пространственную структуру комплексов.

Дальнейшее развитие этой теории воплотилось в работах английской группы архитекторов "Архигрэм" (У. Лоу, Р. Херрон, А. Кромтон, Д. Грин и М. Вебб) с использованием идей кибернетизации жизненной среды и программирования ее трансформаций: "Жилище 1990" и "Контролируемое и выбираемое жилище" и др.

Использование при решении задач адаптивной архитектуры технических средств кибернетики, радиоэлектроники, лазерной техники, голографии поможет приблизить приспособляемость зданий и сооружений к высокому уровню, свойственному живым организмам. Имитации принципов биологической адаптации достигаются путем использования средств автоматики при создании гибких, легко приспособляемых систем, обладающих свойствами адаптации, присущими живым организмам.

В связи с этим в 60-е гг. возникает новое направление в науке и практике

¹ Соединять зажимом, схватывать (англ.).

архитектуры — архитектурная бионика, отрасль науки, усилия которой направлены на исследование биологических систем и процессов, происходящих в живой природе, и на творческое использование их в технике. В рамках этого направления рассматривается широкий круг проблем: бионическая архитектура, биоматериаловедение, биотектоника, архитектурно-бионическая цитология и экология, бионическая урбанистика, архитектурный трансплантизм [5].

Фрей Отто в 1959 г. совместно с сотрудниками его Центра по легкому строительству дает всеобъемлющий обзор проблематики приспособляемого строительства. Проведенные исследования рассматривали ряд специфических вопросов, связанных с приспособливанием зданий и сооружений (разработка критериев оседлости и мобильности, вопросы роста и сокращения семьи и др.), причем как в отношении отдельного здания, так и градостроительного образования. Дискутировались вопросы приспособливания систем обеспечения и "приспосабливаемые" строительные правила: "Каждый, кто серьезно занимается проблемами строительства, должен знать, что требования, предъявляемые к строительству, никогда не были постоянны, что они быстро, чуть ли не ежедневно изменяются и что темпы таких изменений сегодня быстрее, чем раньше". И далее: "Задача каждого, кто строит, создавать пространство для человека, а не для материала. Каждая конструкция является предметной, каждый предмет занимает место и образует сопротивление против приспособляемости. Только дом без стройматериала — нематериализованный дом — может полностью быть приспособляемым. Если нам для развития легкого строительства также нужны будут все новые и новые материалы, то мы не должны ввести себя в заблуждение, что методами строительства не достигнуть нематериальности. Мы должны будем пойти другими дорогами" [89].

Стремление возводить огромные пролеты при незначительных по массе и объемам материалах наружных стен и перекрытий широко реализуется при использовании пневматических конструкций, позволяющих наиболее полно удовлетворить требования приспособляемости. Это направление в архитектуре получило сначала теоретическое обоснование, разрабатывалось в виде перспективных проектов и значительно позже внедрено в практику.

Известны и другие проекты (даже уже выполненные), которые достигают высочайшей степени приспособляемости, используя традиционные строительные материалы, "начиненные" энергией или воздухом (воздушным потоком). История воздушных занавесов в качестве стен, дверей или перекрытий для отделения или изоляции внешнего и внутреннего окружения датируется началом XX столетия (швейцарский патент 1921 г. "Защита от насекомых и пыли", рис. 40). Кроме того, известны системы, где воздушные занавесы отделяют пространства зданий от пыли и влаги. Еще в 1920 г. датский архитектор Кнудт Лонберг-Хом, работавший в Нью-Йорке и являвшийся инициатором развития компонентов системы строительства в Америке, отмечал это направление в строительной технике и говорил, что это единственное, что в конечном счете дает возможность людям управлять комплексно и эффективно окружающей обстановкой без каких-либо явных видимых структур и механизмов [74]. В 1939 г. И. Б. Бернал, в то время юный физик из Англии, изобрел воздушный занавес, позволяющий защищать здание без стен и крыши от непогоды и иметь "открытые окна" как зимой, так и летом [79].

Нельзя не сказать о богатом опыте развития адаптивной архитектуры в нашей стране, представленном теоретическими и экспериментальными разработками в области использования элементов мобильной формы, а также в области внешне выраженного динамизма композиции, которые возникли в 20-е гг.

в связи с поиском новых принципов и путей развития архитектуры. В это время были выдвинуты концепции линейно-полосового развития городов Н. Милютина, динамического развития городов Н. Ладовского, проведены экспериментальные разработки в области применения мобильной формы и введения движения в архитектуру — памятник III Интернационалу В. Татлина (1919 г.) и памятник Христофору Колумбу К. Мельникова (1929 г.), а также его идеи трансформирующихся и вращающихся зданий и др.

В то же время были попытки разработать теоретическую концепцию формообразования в архитектуре, связанную с созданием динамических композиций, выражающих иллюзию движения, охватывая всю связанную с новой техникой предметно-пространственную среду. Большинство этих концепций было на стыке архитектуры и техники.

Разработкой концепции движения в архитектуре занимался И. Голосов, которого в рамках его общей теории построения архитектурных организмов интересовало движение, "заключенное" в объемной композиции путем выявления элементов зрительно воспринимаемого движения в геометрических свойствах масс [58]. Развивая эту концепцию, М. Гинзбург рассматривает вопросы зрительного впечатления движения неподвижных сооружений и динамических форм подвижных элементов, связывая проблемы динамизма с влиянием техники.

В 1928 г. ученик Н. Ладовского Г. Крутиков, занимаясь исследованием движущейся формы элементов, перемещаемых в прямом физическом смысле, в аналитической части своего дипломного проекта "Город будущего" (эволюция архитектурных принципов в планировке городов и организаций жилища), известного также как проект "летающего" города¹ (рис. 41), рассматривает вопросы "теории архитектуры движущейся формы" (зрительной деформации движущей формы), "различия ком-

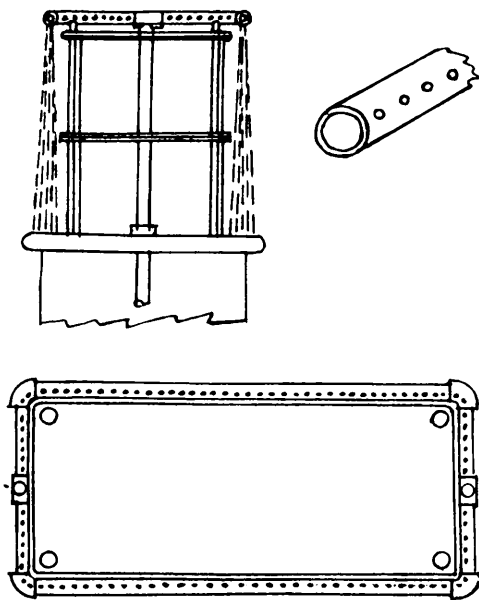


Рис. 40. Проект "Защита от насекомых и пыли". Патент Швейцарии, 1921 г.

позиций неподвижного и подвижного сооружений, связи статической и динамической композиции", "формообразования динамического элемента", а также анализирует эволюцию формы различных видов транспортных средств.

Рассматривая проблемы композиции в более широком аспекте, Я. Черников решал вопросы динамической композиции, уделяя внимание только формальным приемам построения и выразительных композиций при конструктивном, пространственном и динамическом решении [58].

Много позднее В. Локтев, занимаясь концепцией динамического функционализма, отдает предпочтение не количественному развитию города (физическому росту по горизонтали или по

¹ Подвижная жилая ячейка-кабина, оборудованная трансформируемой и убираемой в стены мебелью, "причаливается" в специальное пространство, предусмотренное в структуре летающего парящего здания, образуя со стационарными помещениями единый комплекс.

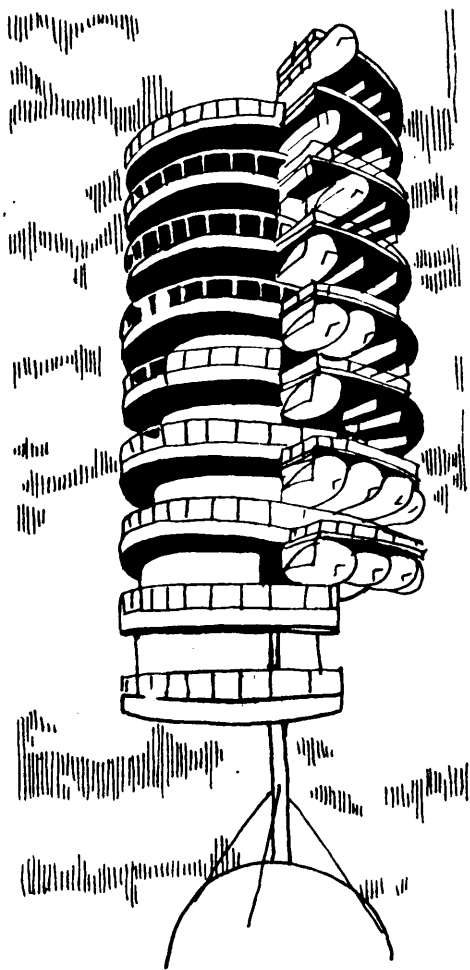


Рис. 41. Проект города будущего. Архит. Г. Крутиков, 1928 г.

вертикали), а качественным метаморфическим изменениям его организационной или технологической структуры [40].

В связи с изучением проблемы долгосрочного прогнозирования развития городов в ряде научно-исследовательских и проектных организаций были разработаны концепции, которые отличаются стремлением к комплексному изучению структуры городов и их развития с учетом динамики социально-экономических процессов в обществе. Соедине-

ние динамичных и статичных элементов в пространственной системе функциональных зон города предлагали А. Гутнов, И. Лежава и Г. Дюентом в своей концепции НЭР (новый элемент расселения), где все элементы, составляющие пространственную систему, дифференцировались в зависимости от сроков существования и возможностей трансформации и изменения: "каркас", "ткань" и "плазма"¹[15].

"Кинетическая система расселения" в виде чередования концентрированных очагов урбанизации и открытых пространств естественной среды предложена А. Иконниковым, С. Гречаниниковым, А. Паниным, К. Пчельниковым. С развитием очагов концентрации (в виде пространственного каркаса, несущего жилые ячейки, среди существующей застройки) и возрастанием плотности населения на промежуточных территориях восстанавливается естественная среда и освобождается пространство для коммуникаций [23].

Рассмотрение примеров и возможностей приспособляемого строительства показывает, что стремление людей создать здания и сооружения, изменяющиеся в соответствии с требованиями жизни, лежит в основе первоначальных человеческих потребностей, это значит, что строить легко и мобильно важнее, чем строить жестко и неподвижно.

К началу XX в. впервые сформулировано новое отношение к архитектуре, которая должна приспособливаться к постоянным изменениям и обновлениям, приносимым техническим развитием во всех областях жизни. При этом предъявляются принципиально новые требования к архитектуре, противоположные традиционным понятиям в строительстве, по которым долговечность является само собой разумеющимся качеством. Однако несмотря на явную необходимость внедрения приспособляемой архитектуры, архитек-

¹ Дифференциация сооружения на элементы, рассчитанные на различные сроки существования, предлагает В. Машинский в 1979 г. [44].

тура понимается все еще как строительное искусство с идеалами совершенства и окончательности, ей не достаёт самых обширных знаний о новых возможностях техники в способах строительства. Поэтому в практику строительства принципы приспособляемости были внесены только в 60 — 70 гг. нашего столетия в утопиях, конкурсах, прототипах, экспериментах и патентах.

2.2. Современное проектирование и строительство

2.2.1. Типы изменяемых конструктивных систем

Принципы динамической адаптации архитектурных объектов широко используются во многих областях человеческой деятельности. Многочисленными фирмами, организациями, архитектурными бюро и группами проводятся научно-исследовательские, проектные и практические разработки в области проектирования, создания и эксплуатации таких архитектурных объектов различного назначения и для разных условий эксплуатации. В связи с широким разбросом областей использования подобных объектов и соответственно примеров решения этой проблемы их полноценное рассмотрение возможно с определенных позиций. Средствами проявления динамической адаптации архитектурных объектов являются мобильность и трансформативность. Поэтому рассмотрение существующего опыта проектирования и создания таких объектов целесообразно провести с позиций динамической мобильности (динамобильности) и динамической трансформативности (кинематичности).

Динамобильные объекты. Мобильные здания и сооружения согласно классификации в зависимости от конструктивно-технологических решений [53] делятся на: здания из сборно-разборных, из объемных пространственных и из трансформируемых конструк-

тивных элементов. В рамках рассматриваемой проблемы наибольший интерес представляет последний тип.

В данном случае происходит слияние и симбиоз двух средств динамической адаптации архитектурных объектов — мобильности и трансформативности в статичном и постоянном окружении, т. е. динамобильность. Использование этой особенности для создания мобильных объектов (особенно в экстремальных условиях) позволяет в некоторой степени устранить недостатки других их типов, а также наиболее полно удовлетворить требованиям транспортирования, эксплуатации, монтажа и демонтажа. Достижению большой подвижности динамобильных объектов способствует возможность изменения их объема и габаритов как в процессе монтажа (демонтажа), так и в процессе эксплуатации. Эффективное соотношение транспортных и эксплуатационных объемов и в то же время высокая заводская готовность элементов создают таким зданиям и сооружениям большие преимущества.

С точки зрения характера преобразования трансформация мобильных архитектурных объектов проявляется как в качественном изменении при сохранении их постоянных размеров (путем преобразования внутренних элементов), так и в количественном изменении их общих габаритов (путем конструктивной трансформации). К последней группе относятся также мобильные динамически растущие и развивающиеся структурные системы (путем пристыковки и отстыковки блоков).

В практике строительства мобильные трансформируемые объекты еще не нашли широкого применения из-за сложности изготовления и слабой работанности. Однако в проектных решениях многих архитекторов, групп и проектных организаций, специализирующихся на производстве домов строительства в экстремальных условиях, есть много оригинальных и интересных предложений трансформируемых конструкций или зданий из них. В

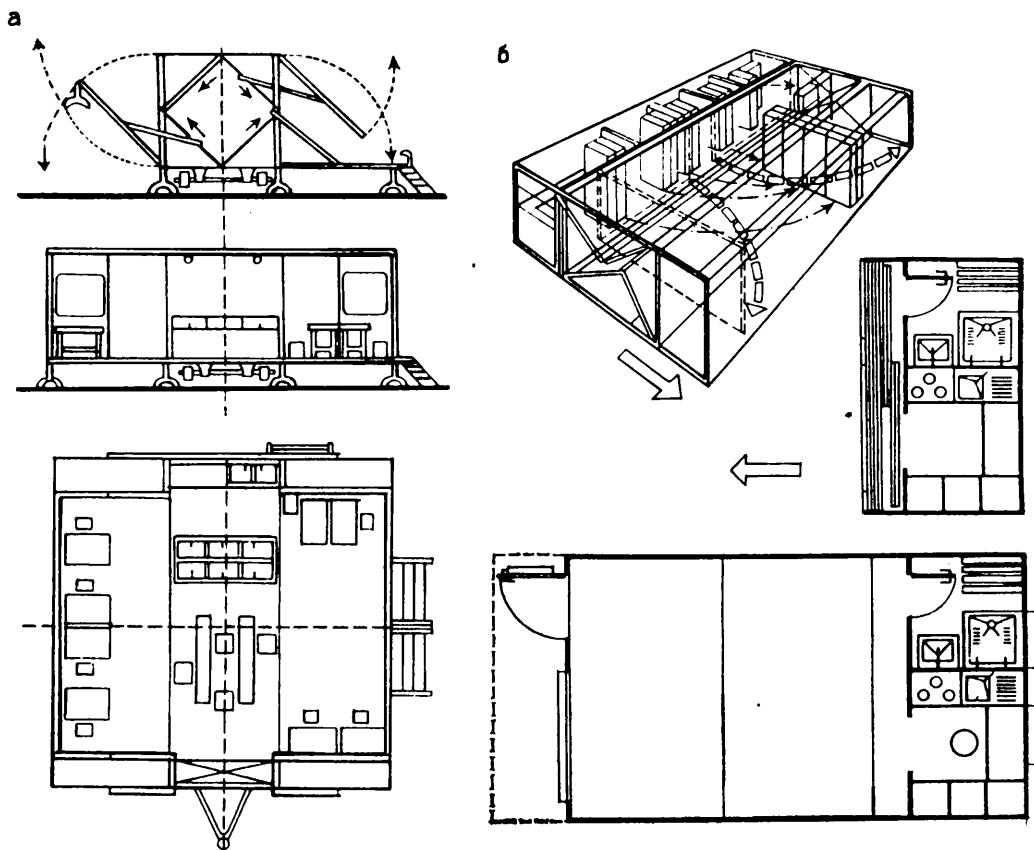


Рис. 42. Складные динамические здания из жестких элементов (с. 75—78)

а — раздвигающийся трейлер (Япония); б — дом из пластмассы (архит. А. Роз, США); в — раздвигающийся дом (архитекторы К. Кох, Х. Яксон,

Д. Коллендер, США); г — трансформируемый трейлер (архит. П. Рудольф, США); 1 — спальня с туалетом и ванной; 2 — кухня-столовая; 3 — общая комната; д — складные киоски (архит. Русаков И. А. "Трасформ"); 1 — 3 — варианты

зависимости от способов количественного изменения (увеличения) перевозимого объема, ограниченного транспортными габаритами, выявились два типа динамических зданий.

Один из них — здания из *складных* конструкций, созданных по принципу "самоупаковки". Причем, в зависимости от вида и материалов применяемых конструкций они могут быть жесткими — из плоских или пространственных жестких элементов, складывающихся

посредством шарнирных или скользящих соединений (рис. 42), и мягкими — из эластичных материалов, позволяющих укладывать их в компактный объем (рис. 43). Однако в практике проектирования и создания таких объектов широко распространены так называемые комбинированные типы, где мягкие складные конструкции сочетаются с жесткими (рис. 44).

Другой принцип, использование которого дает возможность увеличить перевозимый объем динамического здания (в процессе его эксплуатации), — применение *раздвижных* типов конструкций и зданий из них. Как правило, такие конструкции работают по принципу телескопических элементов (рис. 45) и устраняют некоторые недостатки складных жестких конструкций, но по

В

СХЕМА РАСКЛАДКИ ДОМА. ПЛАН

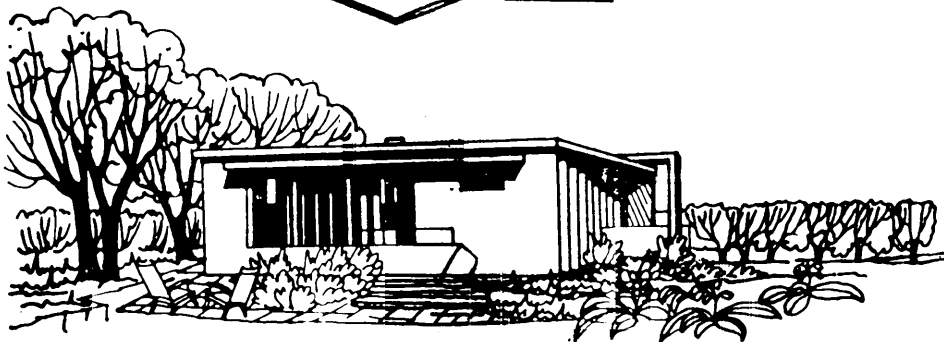
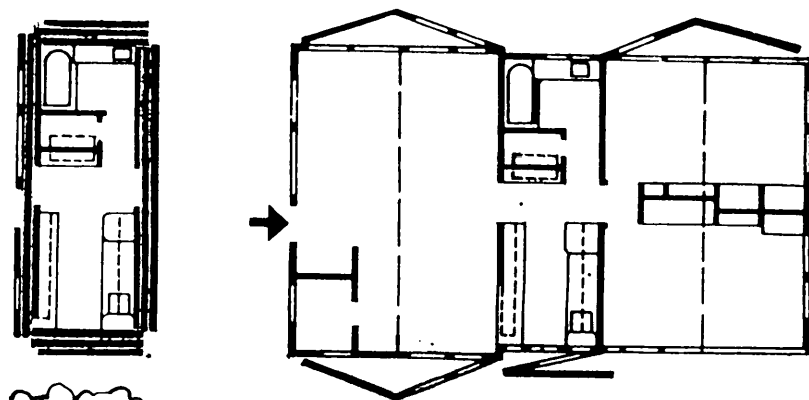
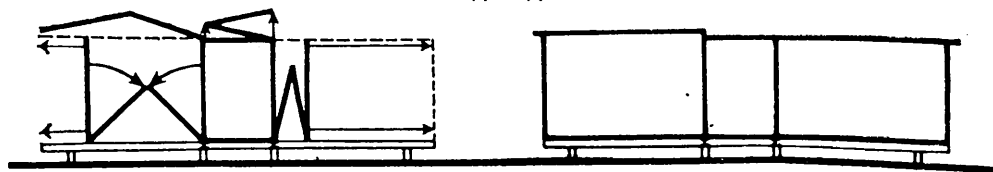


СХЕМА РАСКЛАДКИ ДОМА. РАЗРЕЗ



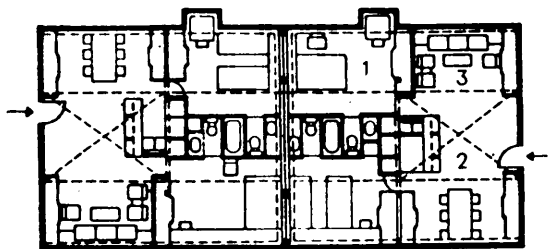
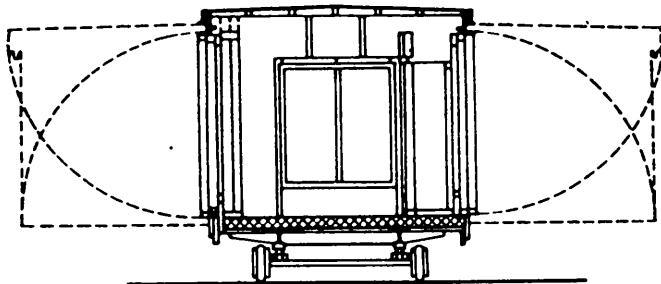
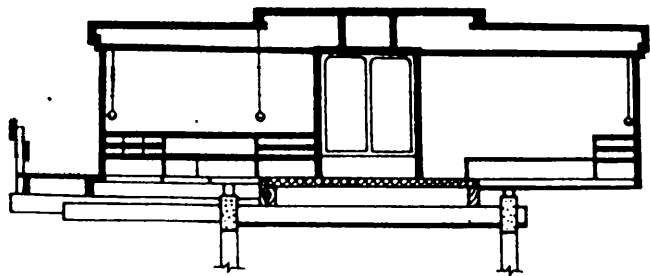
сравнению с ними имеют несколько больший объем при транспортировании.

Совершенно очевидно, что при изготовлении динамобильных зданий и сооружений нецелесообразно использование традиционных методов и материалов, так как необходимы промышленные методы изготовления и использование высокоэффективных материалов. Современный уровень науки и техники доказывает возможность создания таких конструкций и зданий из

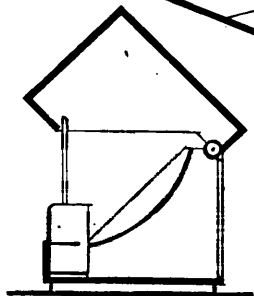
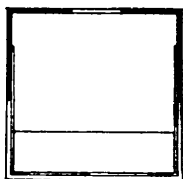
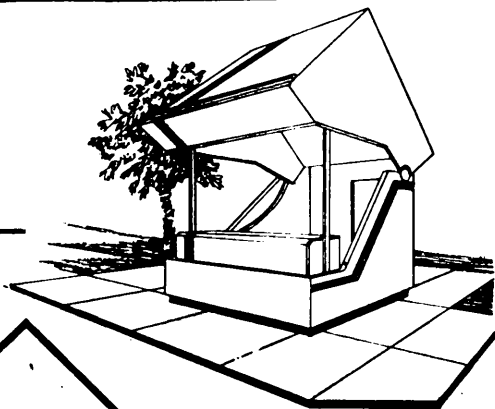
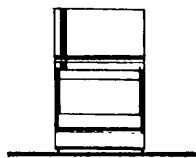
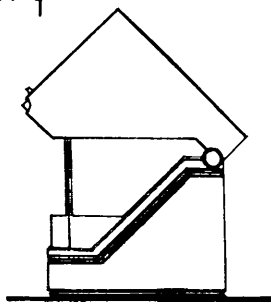
них уже сегодня или в ближайшем будущем.

Конструктивные особенности динамобильных зданий влияют как на выбор их архитектурно-планировочной организации, так и на пространственные габариты и пропорции их помещений, в связи с чем возникает необходимость стандартизации размеров типовых элементов в целях определения единого планировочного модуля всех или основных групп помещений. Это позволит создавать различные архитектурно-пла-

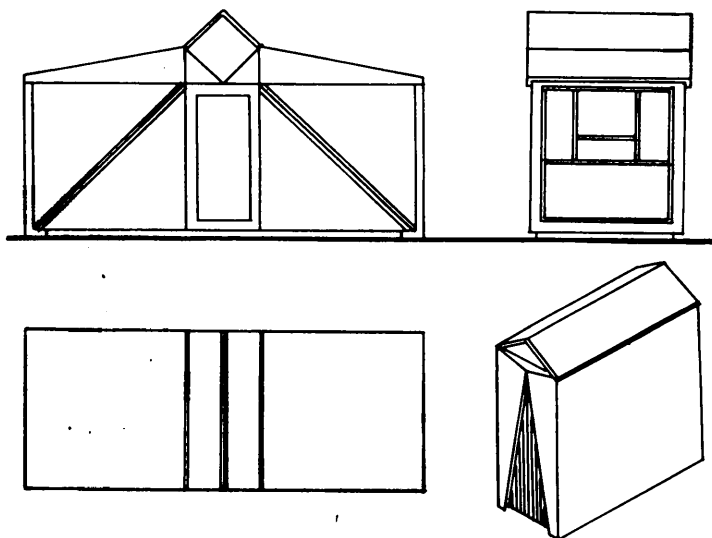
Г



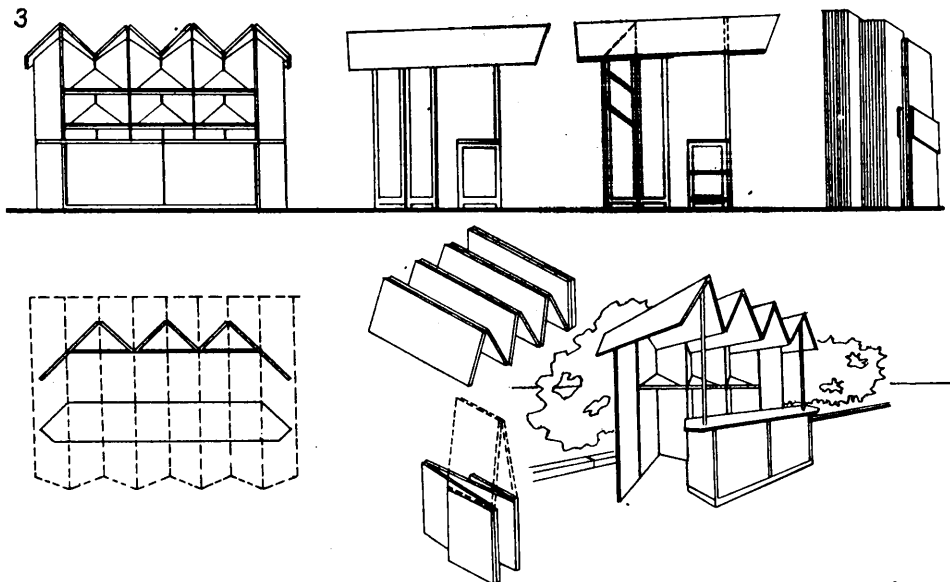
Д 1



2



3



нировочные решения в одном модуле, размер которого может быть обусловлен ограничениями транспортирования (максимальная ширина при железнодорожной перевозке может составлять 3,2 м при высоте 2,5 м). При таких габаритах в случае сохранения постоянных

размеров мобильного здания для создания комфорта проживания возникают определенные трудности (несмотря на возможность качественного преобразования внутренних элементов). Поэтому использование принципа блокировки снимает указанные недостатки, правда,

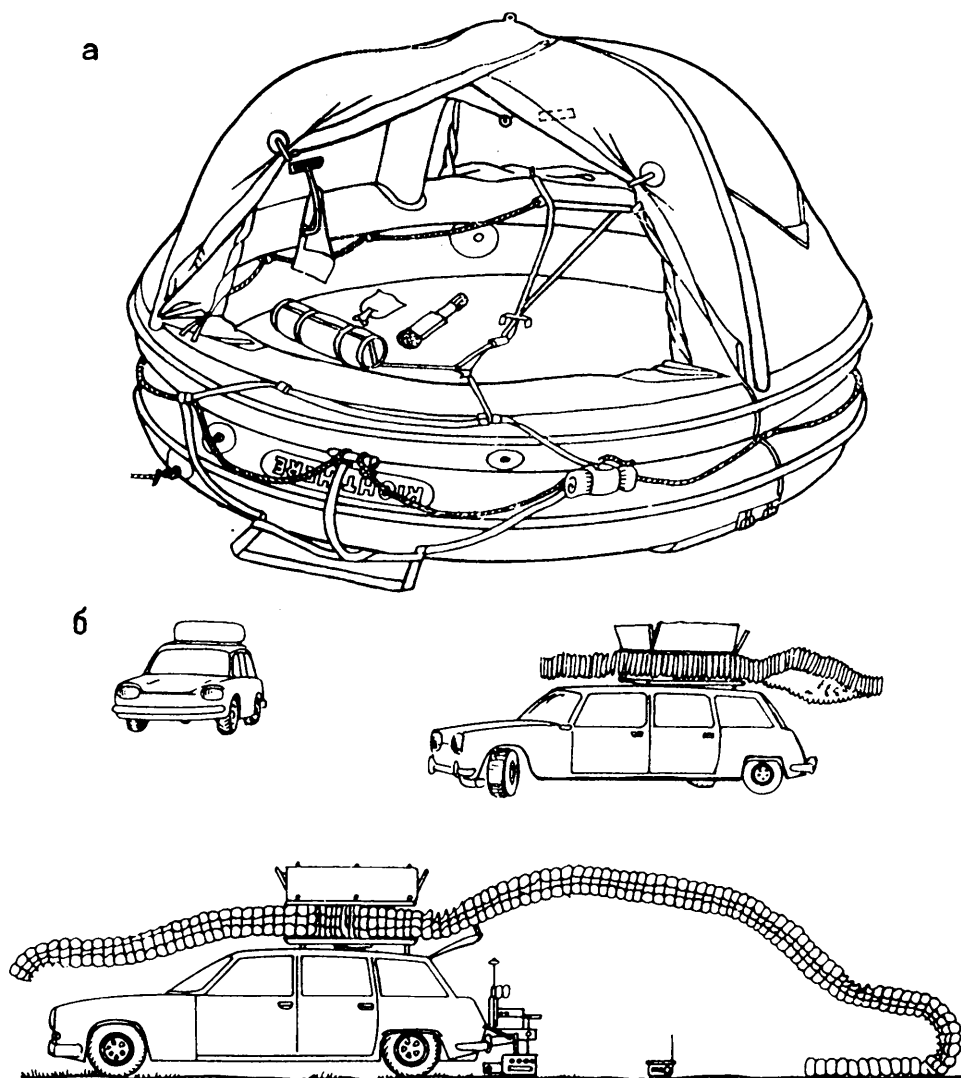


Рис. 43. Складные динамические здания из гибких элементов (с. 79—81)
 а — плавающий дом-палатка (США); б — надувное укрытие (Англия); г — пневматический дом "Диодон"

(архит. Пауль Юнгманн, 1967 г.); г — полевой стан из пневматических конструкций (СССР); д — мобильная многоцелевая система (архитекторы Симон Конолли и Марк Фишер, 1970 г.)

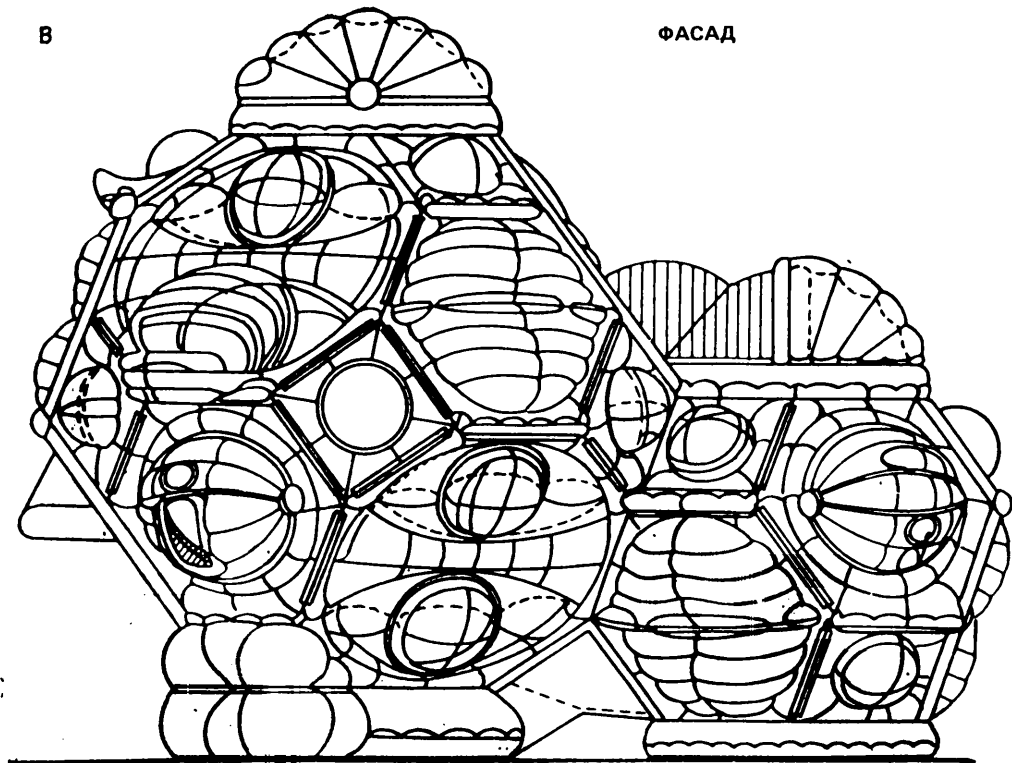
только при организации небольших помещений (жилых, кухонных, санитарных и др.). При создании помещений, требующих больших целых про-

странств, целесообразно применять принципы количественного преобразования материально-пространственных форм.

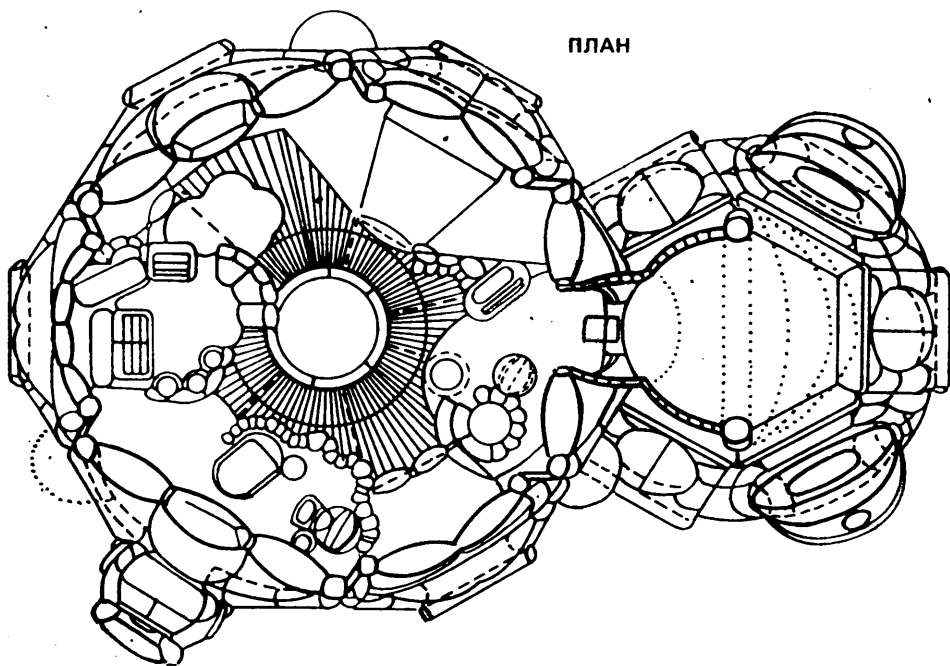
Сочетание принципов блокировки с количественно-качественным преобразованием архитектурного пространства при организации динамических объектов позволяет добиться гибкости в организации искусственной среды оби-

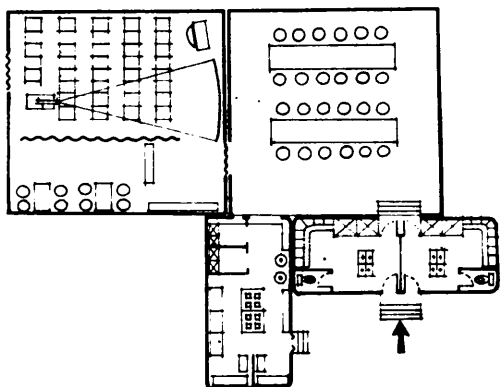
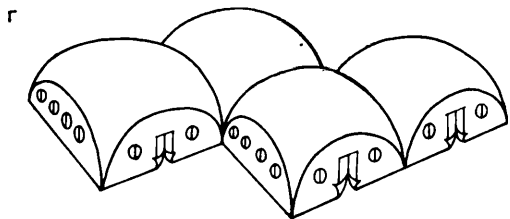
В

ФАСАД



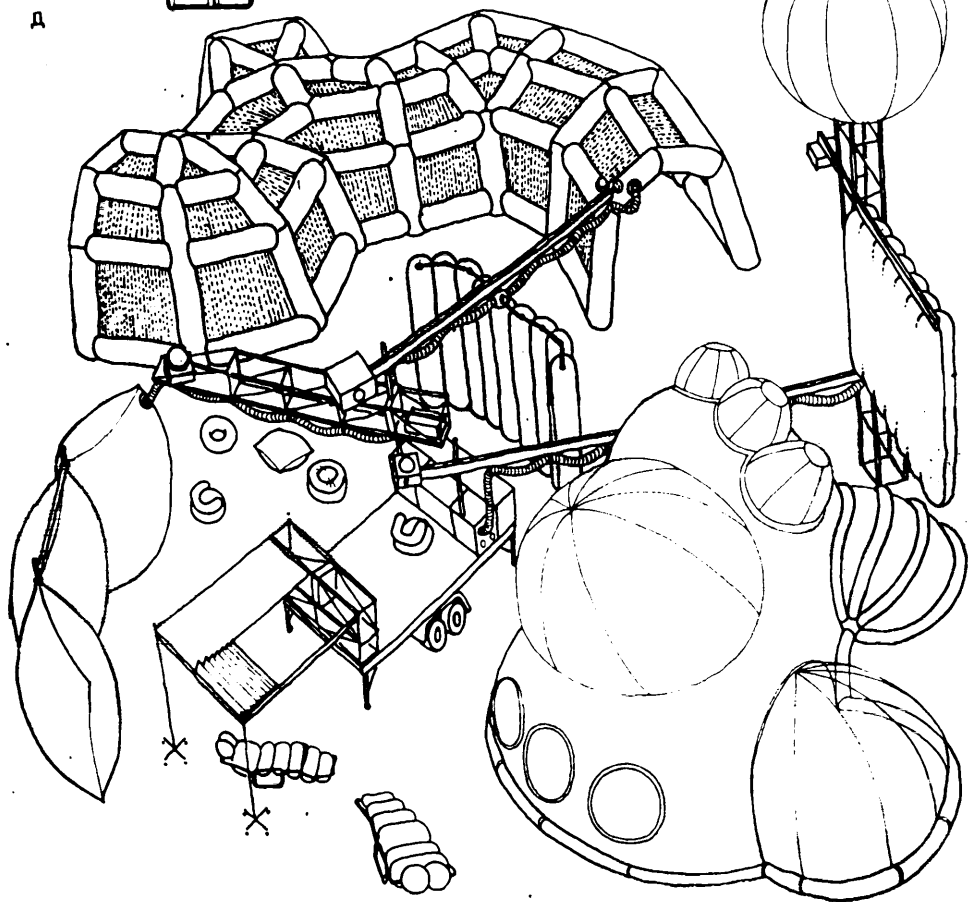
ПЛАН



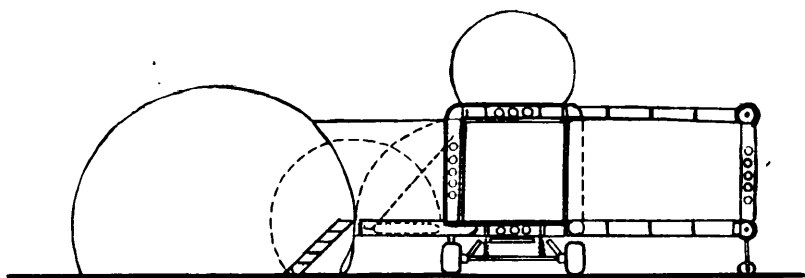


тания и создавать динамически развивающиеся структурные системы, приспособленные к изменению своих существенных параметров. Развитие этих принципов нашло отражение в практике поискового проектирования, где преодолевается традиционная убежденность в статичности. В этой связи появился ряд интересных проектов независимых легких мобильных ячеек, функционирующих, с одной стороны, как отдельные самостоятельные жилые объемы, а с другой, группирующихся в жилые образования и создающих урбанизированные многоэтажные структуры. В данном случае уместно вспомнить разработки, использующие

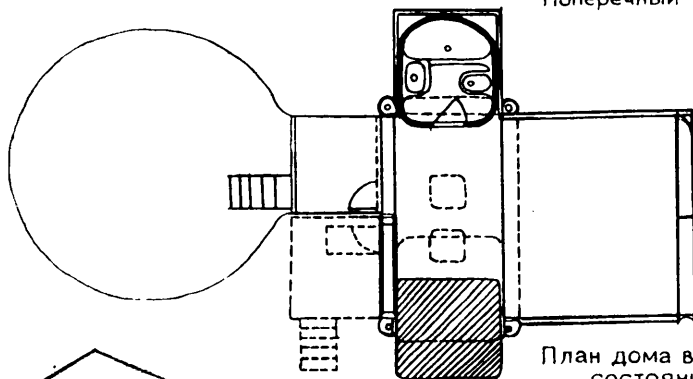
Д



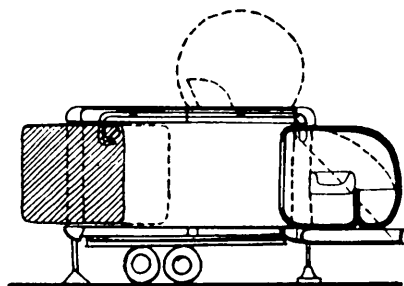
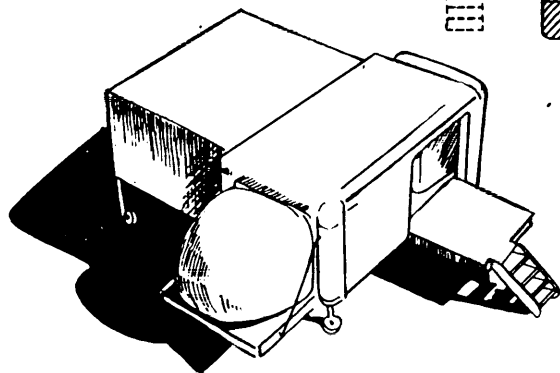
а



Поперечный разрез



План дома в рабочем состоянии



Продольный разрез

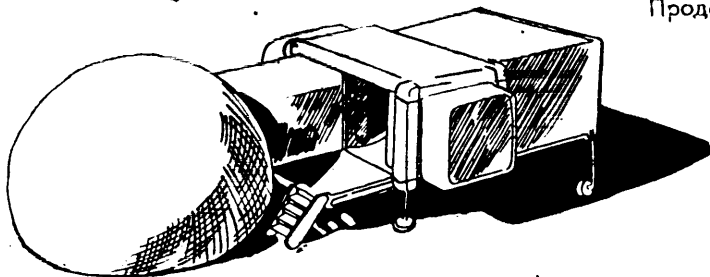
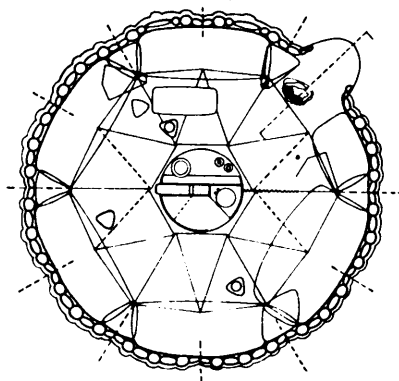
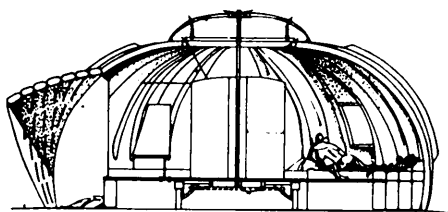
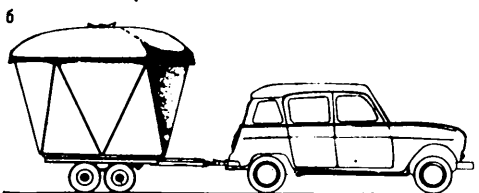
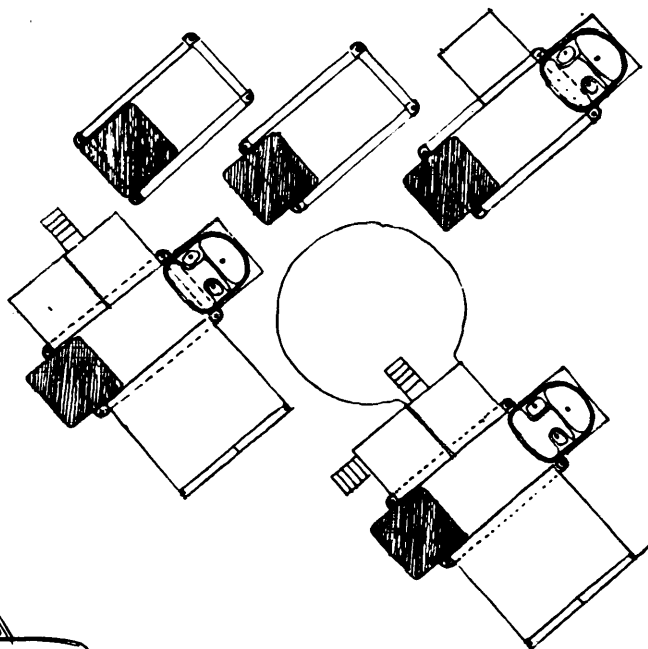


Рис. 44. Сочетание складных динамобильных зданий из жестких и мягких элементов (с. 82—85)

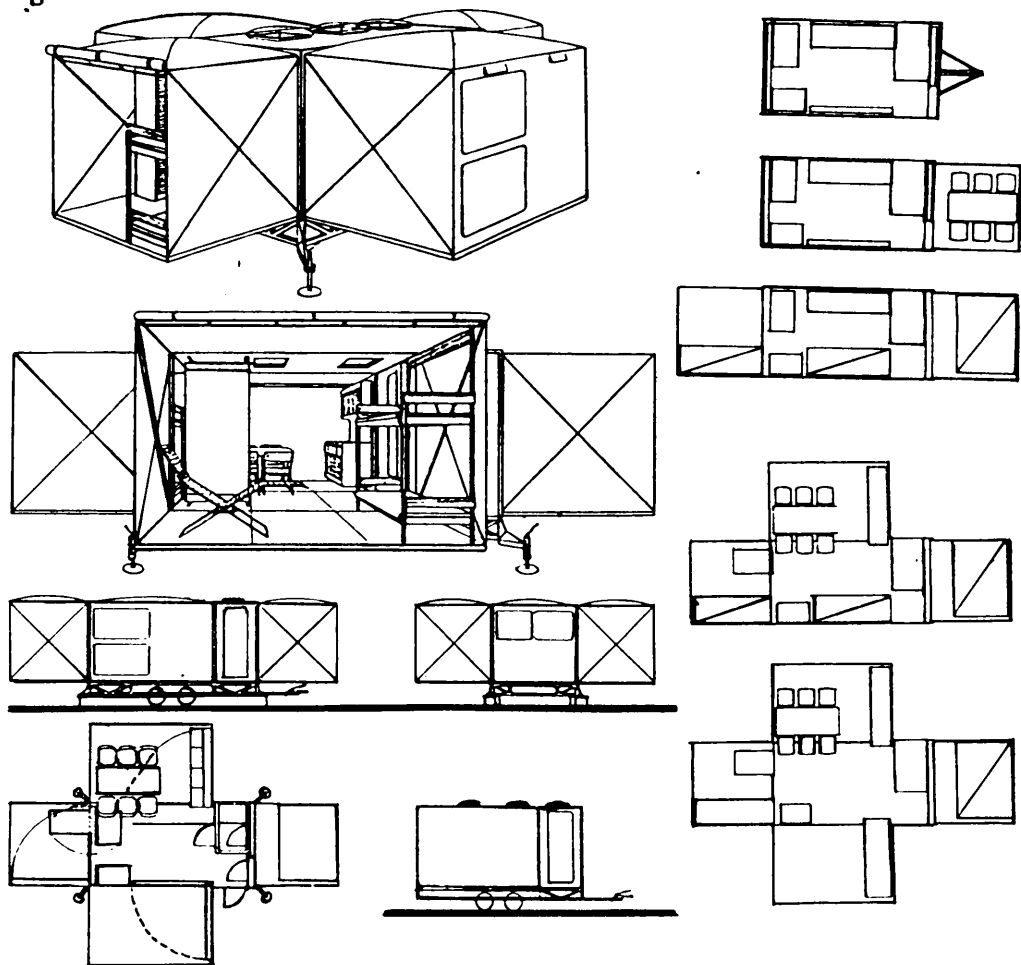
а — передвижной дом (архит. М. Шидгелм, Германия); б — разворачивающиеся жилище (архитекторы Джон Лоуис и Пернет-Мартин Перрианд, 1967 г.); в — мобильное жилье-палатка (Англия); г — передвижной пневматический дом (Япония); д — трансформируемый "Икарus 260" (архит. Русаков И. А. "Трансформ")



принцип "clip-on" И. Фридмана, группы "Архигрэм", а также дом-башню У. Чока, проект "Зерно на початке" А. Квормби, систему "Интерпод" П. Моргана и многие другие, широко освещенные в свое время в специальной литературе [52, 70, 80]. Развитие независимых ячеек в "растущие" нашло отражение в проектах зданий и сооружений, приспособленных к реагированию на изменение внешних и внутренних функциональных процессов путем количественного и качественного преобразования структуры и формы. Применение легко сменяемых ячеек, приспособленных к росту или замене и постепенному обновлению в течение определенного срока службы, позволяет получить подлинно адаптированную систему.

Динамобильные ячейки допускают их многофункциональное использование: для городских условий или для отдыха, а также работы в отдаленных районах, в сельском хозяйстве и др. (рис. 46). В данном случае происходит сочетание статичных несущих структур

В

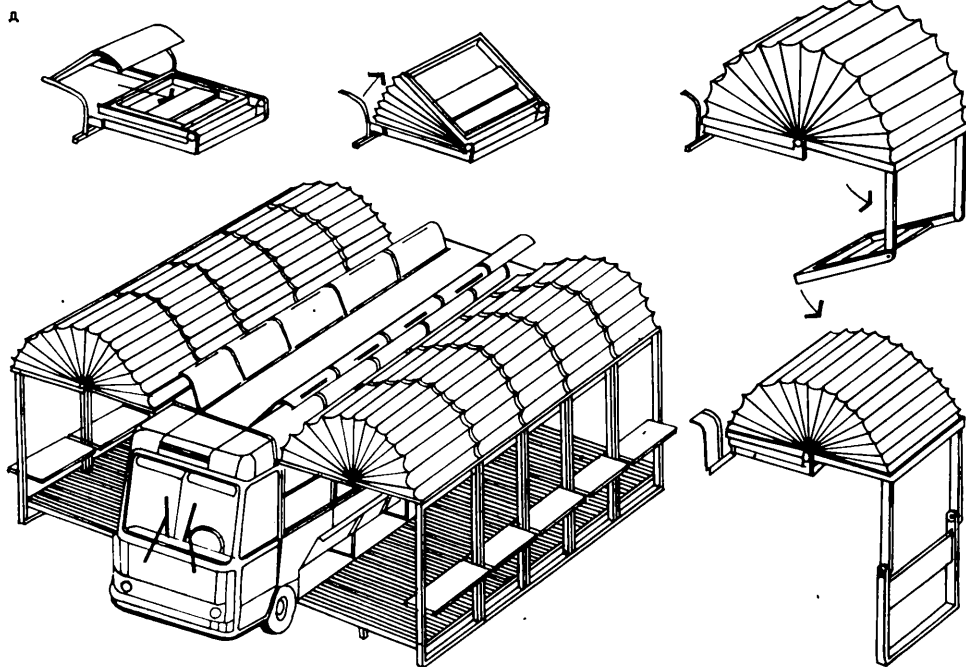
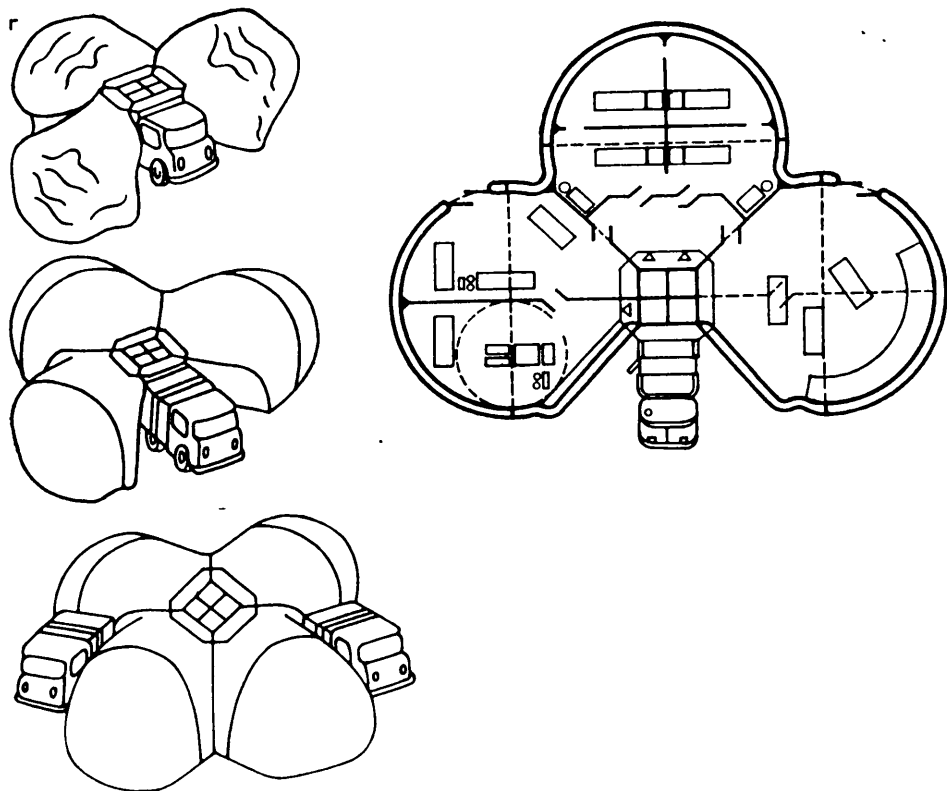


и динамических мобильных ячеек, которые сами по себе могут трансформироваться и изменяться в зависимости от соответствующих требований, т. е. налицо проявление трансформации и мобильности в статичном и постоянном окружении (рис. 47).

Кинематические объекты. Принципы динамической трансформации архитектурной формы с целью адаптации к изменениям окружающей среды находят дальнейшее развитие в области создания кинематических¹ структур.

Разработка идей кинематического решения формы нашла отражение в

¹ В архитектурных и дизайнерских разработках такие структуры часто называют *кинетическими*. С точки зрения терминологии механики и рамок рассматриваемой проблемы более грамотно их следует называть *кинематическими*, так как кинематика (движение) — раздел механики, рассматривающий движение тел только с геометрической стороны, дает лишь описание движения независимо от физических причин или сил, вызывающих это движение, а кинетика (относящийся к движению) — раздел механики, изучающий механическое движение в зависимости от физических причин, его обуславливающих. С позиций архитектурного формообразования объектов, связанных динамической адаптацией, наиболее точно будут отражать смысл кинематические характеристики, так как при трансформации нас будет интересовать в первую очередь геометрия очерчивающей поверхности, а не физические причины



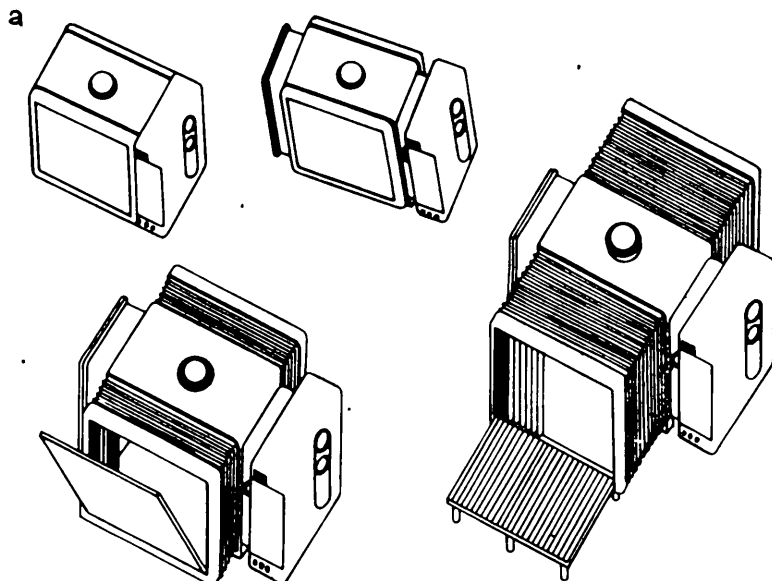
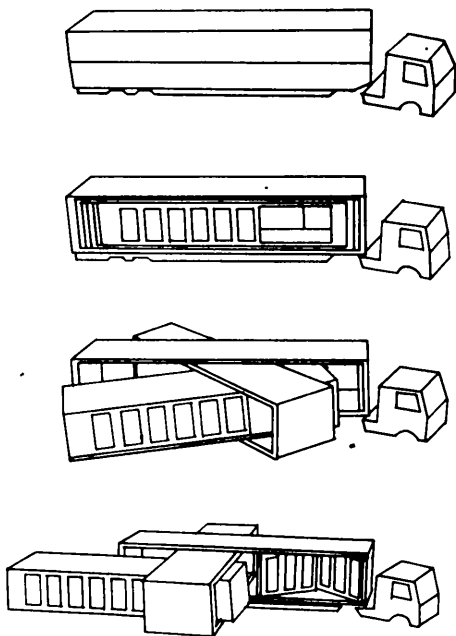


Рис. 43. Раздвижные динамические здания (с. 86 — 89)
 а — проект трансформируемого блока (архит. А. Розели, Италия); б — раздвижной павильон для выставок (архит. М. Теллиани, США); в — передвижной трансформируемый домик для лыжников (Япония); г — передвижной трансформируемый дом-караван (фирма В.С.Д.М.В., США); д — транспортное модульное жилое пространство с возможным расширением (архит. Дж. Вредевург, США)

6

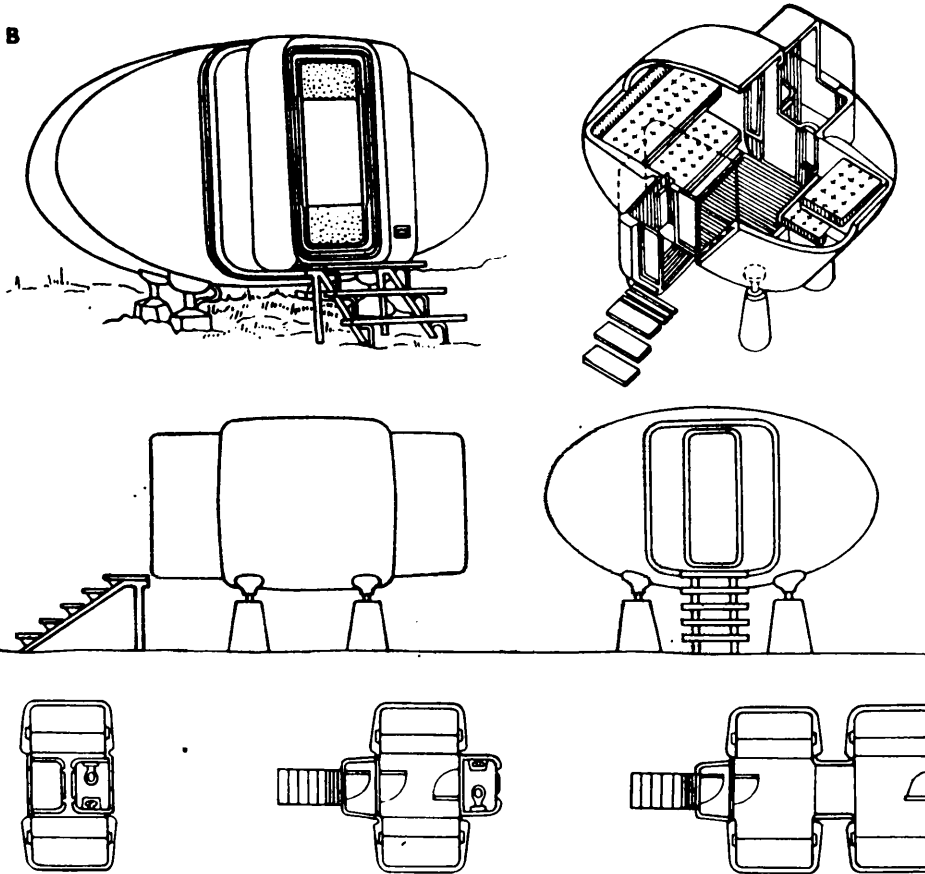


различных областях художественного творчества, таких, как изобразительное и декоративно-прикладное искусство,

дизайн, театр, кино, телевидение, световая архитектура, книжная графика, оформительское искусство и др. Всех их объединяет стремление к эстетическому и техническому освоению движения как нового "материала" для творчества, а также профессиональный интерес художников к движущейся форме, к поискам формальных приемов его отражения, что дало массу примеров решения таких композиций в искусстве и дизайне [29, 33, 58], трактующих движение формы целым рядом категорий.

В связи с движущейся формой применительно к искусству и архитектуре существует определенная двойственность понятия *динамика*. С одной стороны, оно включает особенности психологии зрительного восприятия динамической формы или изображения, статичных по своей сути, а с другой, закономерности динамического формообразования элементов композиции, находящихся в конкретном физическом движении. Среди всего многообразия форм проявления движения в контексте рассматриваемой проблемы динамической адаптации архитектурных объектов наиболее важным будет рассмотрение движения формы в физическом

В



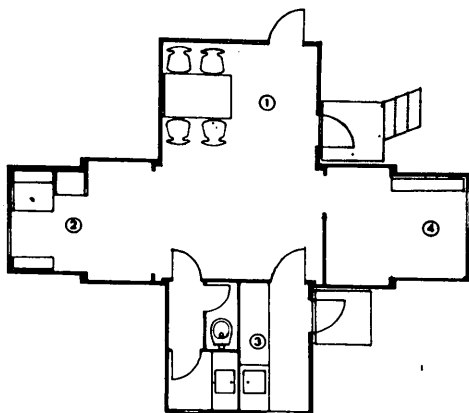
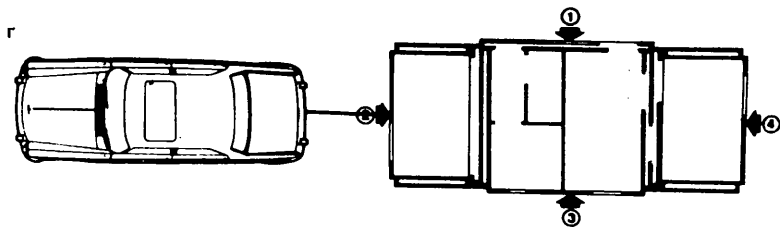
(механическом) или композиционном смысле.

В образно-художественном и проектном смыслах наиболее существенным следует считать радикальное изменение формы, достигаемое с помощью различных конструктивных приемов трансформации, где основополагающим принципом является обратная связь между движением и геометрией формы, что и составляет сущность динамического формообразования [8]. Здесь также важно вспомнить о таких характеристиках трансформации, как обратимость (возможность возвращения систем в обратной последовательности в условно принятое начальное состояние) и необратимость (отсутствие такой возможности), связанные с цик-

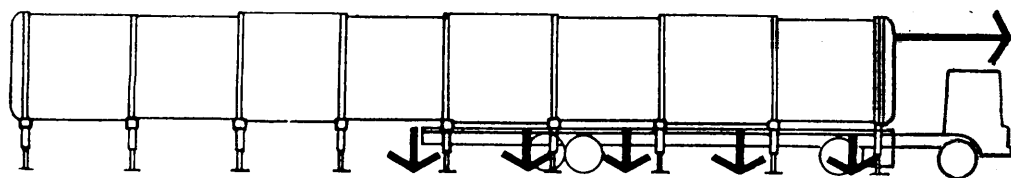
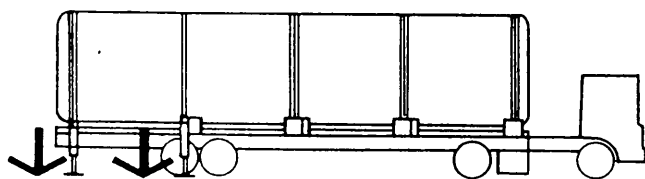
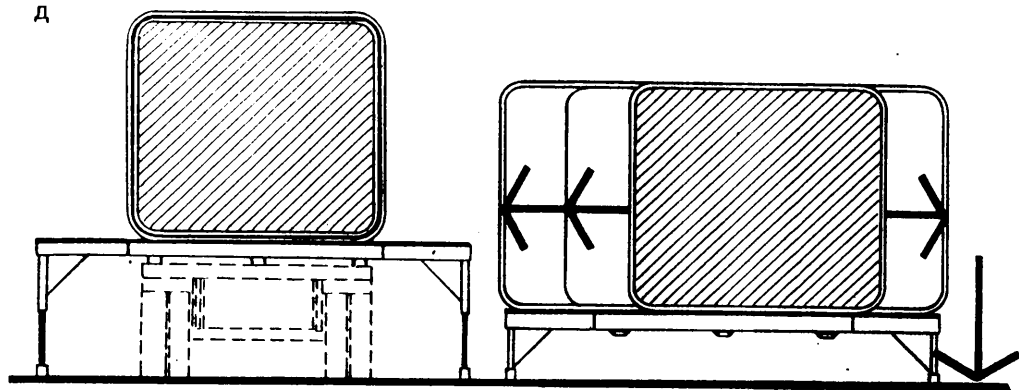
лическими или ациклическими функциональными процессами, определяющими вид трансформации (эксплуатационная, транспортная, монтажно-демонтажная).

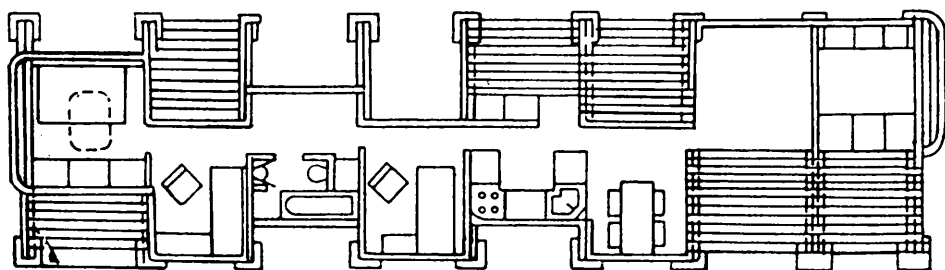
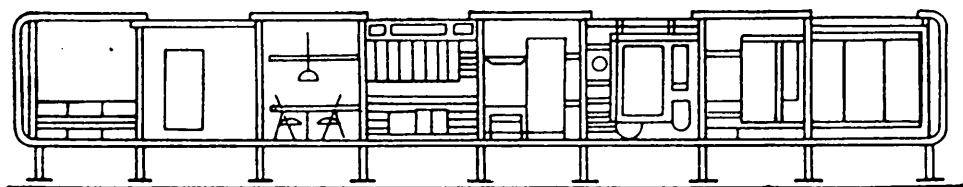
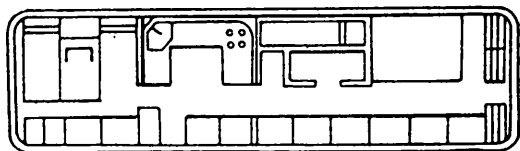
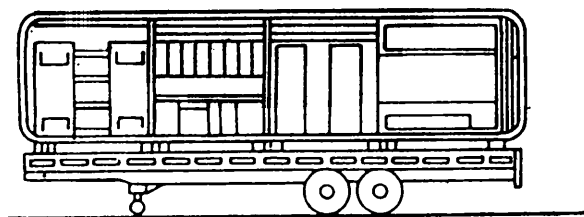
Многообразие сфер применения кинематических конструктивных структур, бесконечное разнообразие материалов, технических средств и элементов не позволяют однозначно их систематизировать. В то же время систематизация вариантов форм могла бы явиться эффективным инструментом для развития концентрации кинематического формообразования. В типологическом аспекте взаимодействия движения и формы наиболее интересным и важным будет рассмотрение трансформируемой формы.

Как уже упоминалось, динамиче-



Д





ская трансформация архитектурных объектов в зависимости от классификационных признаков имеет множество параметров. Несмотря на то, что объекты кинематической формы синтетичны (так как могут классифицироваться по любому из выделенных параметров), необходимо определить основные классификационные признаки.

Главным формообразующим фактором в кинематическом формообразовании архитектурных объектов является

движение. В связи с этим различают трансформацию кинематических объектов по виду движения (поступательное или вращательное) и по направлению (параллельное, циркульное и центрально-периферическое). По геометрическим параметрам конструктивных элементов и объектов из них различают: *стержневые* (линейные) *плоскостные* и *объемные* типы. Взаимосвязь способов движения и изменения формы характеризует классифика-

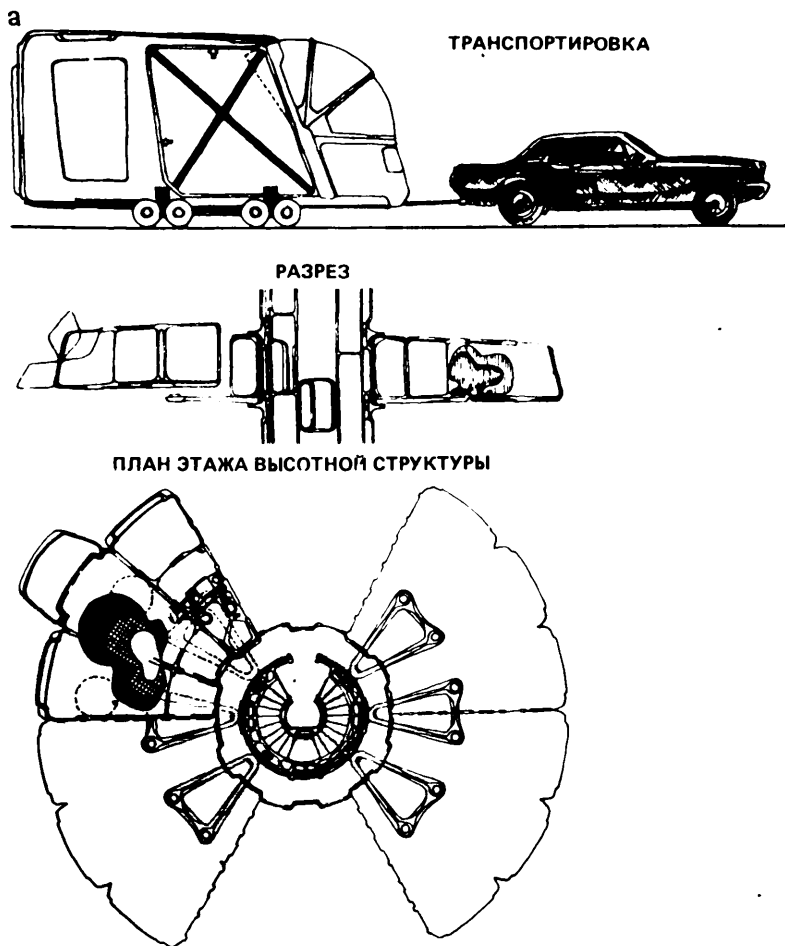


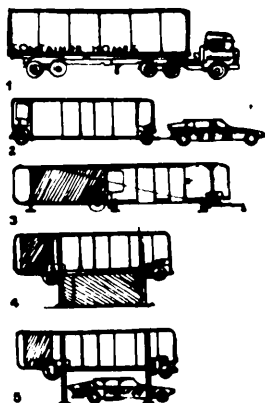
Рис. 46. Многоэтажные динамические мобильные структуры (с. 90—92)
 а — мобильное расширяющееся жилище, предназначенное для включения в многоэтажные структуры; б — жилище на колесах — автономный дом-повозка (архит. Алан Бутвелл); в — приемная структура для мобильного жилища (архит. К. Х. Шулиц); г — способы блокировки жилого дома из пластмассы "Рондо" (архит. Карло Казони)

ция кинематических объектов по способам изменения формы: упругая деформация, сдвиг, складывание, трансформация из плоскости, вращение (поворачивание), удаление связей, сборка (мягкие складки) и скатывание.

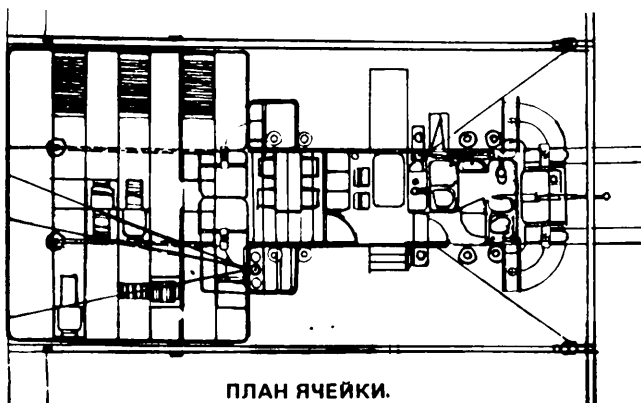
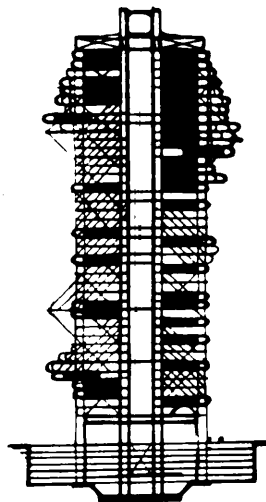
Однако главный признак систематизации таких объектов — статическая работа их конструктивных систем. В зависимости от этого и по виду конструктивных систем различают *жесткие* и *гибкие* системы, которые в свою очередь имеют свои разновидности, зависящие от характера геометрии и изменения архитектурной формы. Согласно такой классификации можно будет рассмот-

реть опыт экспериментального проектирования и строительства изменяемых кинематических архитектурных объектов и по основным и по дополнительным признакам: направление движения и способы изменения формы (связанные с направлением движения). Это позволяет получить своего рода матрицу комбинаций видов существующих решений. Однако для полноценного охвата необходимо было бы ввести все другие критерии и их комбинации, что выходит за рамки данной книги. Поэтому рассмотрим два основных типа кинематических архитектурных объектов по двум видам дополнительных признаков.

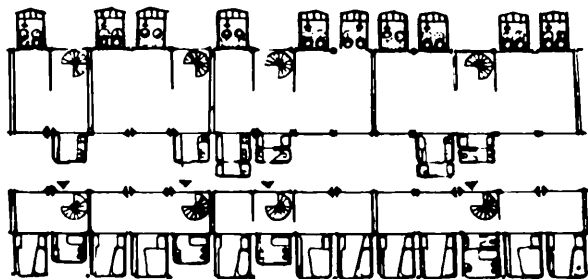
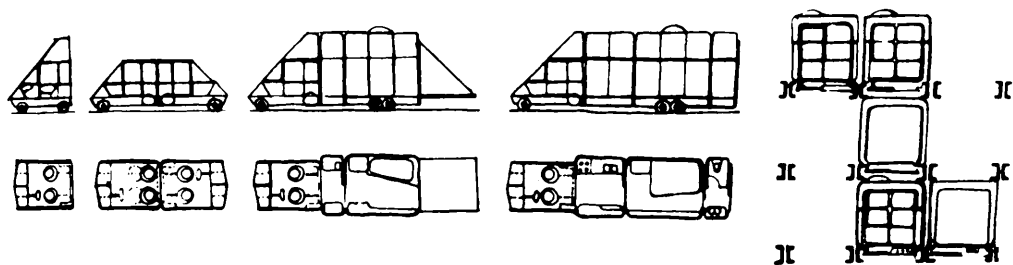
6



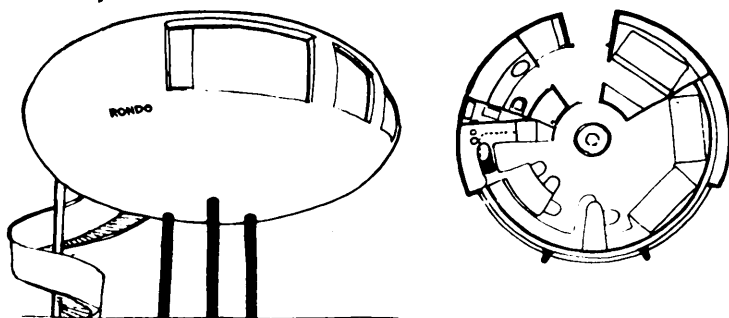
ТРАНСПОРТИРОВКА



В



Г



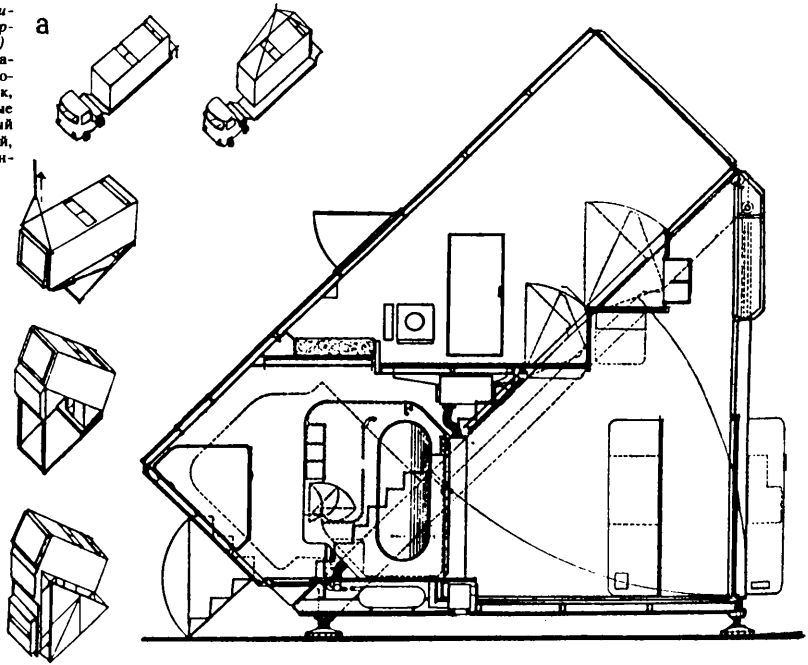
ОБЩИЙ ВИД ЯЧЕЙКИ



ПРИНЦИПЫ БЛОКИРОВКИ



Рис. 47. Способы транспортировки и монтажа трансформируемых блоков (с. 93 — 95)
 а — трансформируемый наклонный жилой блок; б — мобильный расширяющийся блок, включаемый в многоярусные структуры; в — многэтажный мобильный дом из секций, транспортируемых в горизонтальном положении



2.2.2. Жесткие кинематические системы

К жестким кинематическим системам относятся те, у которых несущие, ограждающие и трансформируемые конструкции выполнены из жестких элементов, без изменения их формы при перемещении. При трансформации таких систем и их элементов используются следующие способы изменения формы:

трансформация сдвижкой, откатыванием — производится путем перемещения подвижных секций или элементов, связанных друг с другом условиями конгруэнтности или подобия и сохраняющих в процессе трансформации свою форму;

упругая деформация — используется упругость материала с изотропной структурой в качестве механизма самовозведения данного типа формы;

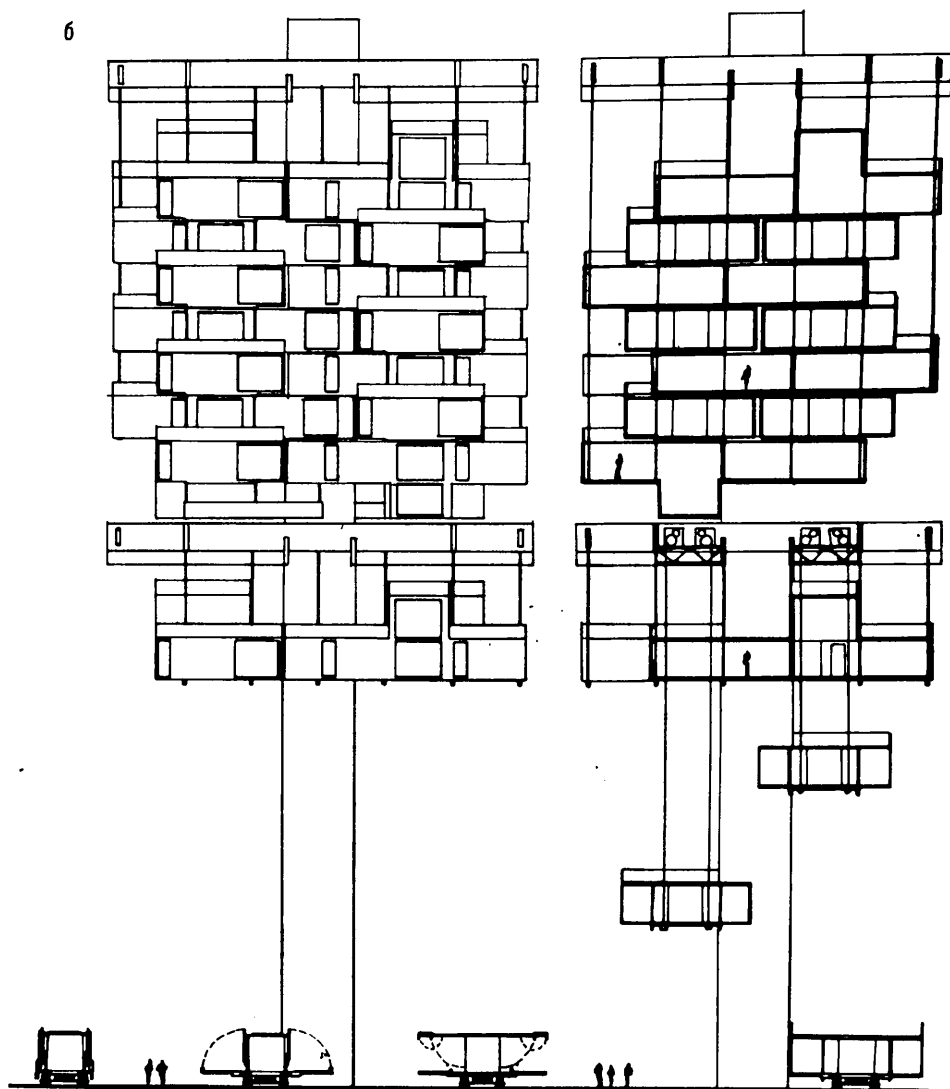
трансформация из плоскости — используется геометрический принцип взаиморасположения перед трансформацией скрепленных между собой пло-

ских модульных элементов различной конфигурации, образующих общую как бы "нарезанную" в определенном порядке плоскость, что позволяет в результате трансформации одновременно создать трехмерную ячеистую структуру;

трансформация складыванием — производится путем поворачивания плоских сопряженных по ребрам элементов вокруг горизонтальной оси, проходящей по шарнирам, фиксирующим соседние элементы;

трансформация вращением — производится путем поворачивания плоских или объемных элементов вокруг вертикальной оси, проходящей по шарнирам, фиксирующим соседние элементы;

трансформация удалением фиксирующих связей, обеспечивающих геометрическую неизменяемость системы — производится путем расположения стабилизирующих связей таким образом, чтобы полученные многоугольники обладали четным чис-



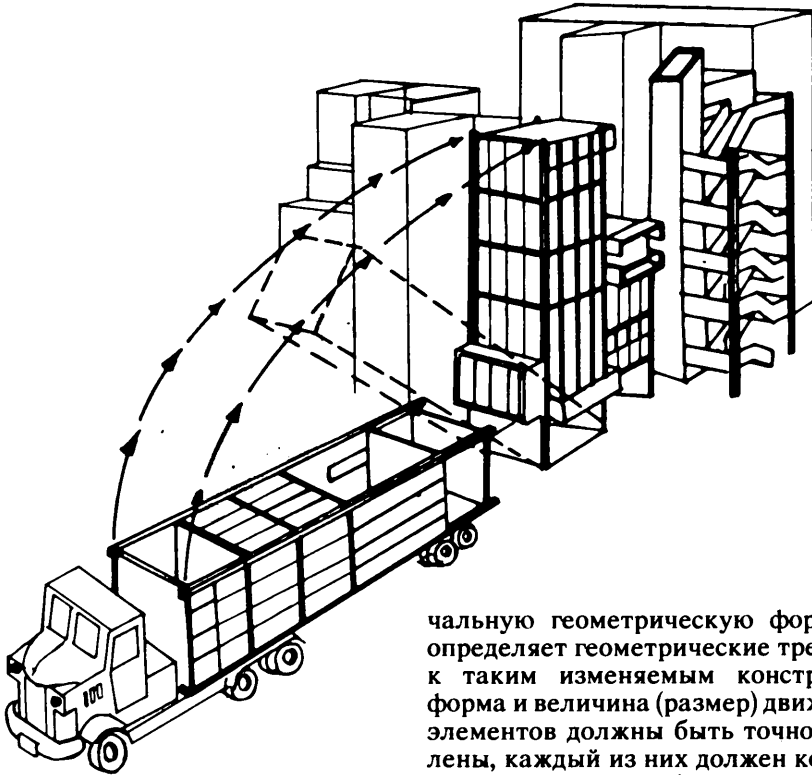
лом сторон, что позволяет их преобразовывать в прямую линию.

В соответствии с тем, что геометрические параметры являются основными признаками, к основным типобразующим элементам кинематических жестких структур относятся: линейные (каркас), панельно-плоскостные (плоские и криволинейные поверхности) и объемные блоки (образующие пространство). Линейные и панельные служат элемен-

тами конструкции в сочетании с другими типами элементов, а объемные могут представлять собой как элемент конструкции, так и цельную конструкцию.

Перечисленные способы изменения формы могут сочетаться друг с другом, а последние три использоваться в комбинации также с гибкими кинематическими системами. В практике проектирования и создания кинематических жестких структур многообразие суще-

В



ствующих примеров связано с сочетанием этих способов изменения формы с основными направлениями движения трансформации — параллельным, циркульным и центрально-периферическим. Это позволяет рассмотреть основные типы кинематических жестких систем и преобразований их форм в различных ее состояниях — таких, как компактно сложенное, закрытое — открытое, вертикальное и горизонтальное и т. п.

В проектировании и строительстве жесткие кинематические структуры относятся к сравнительно долго используемым постройкам, которые изменяются в зависимости от сезонной или погодной трансформации. Причем, движущиеся части зданий или конструктивные элементы таких систем в отличие от гибких сохраняют, как правило, свою первоначальную

геометрическую форму. Это определяет геометрические требования к таким изменяемым конструкциям: форма и величина (размер) движущихся элементов должны быть точно определены, каждый из них должен конструироваться как стабильная отдельная строительная деталь. Механическая точность таких элементов должна быть высокой. В связи с большой нагрузкой на плоскость опоры движущихся частей они должны быть прочными и соответственно иметь медленно продвигаемую массу конструкций.

При расчете устойчивости следует учитывать требования динамики движения — центробежную силу, трение, силы ускорения и торможения. Кроме того, требования устойчивости включают сопротивление ветровым нагрузкам на всех промежуточных стадиях трансформации при сложном и разложенном состояниях. От вида привода (тяги) зависит требуемая скорость передвижения, а также масса и трение движущихся элементов. Технические проблемы значительно возрастают при увеличении пролетов, величина кото-

рых здесь более ограничена, чем у гибких кинематических систем. Их строительная форма в большинстве случаев прямоугольная или круглая в плане и отличается направлением движения в процессе трансформации.

При создании жестких кинематических систем с *параллельным* движением в процессе трансформации используются некоторые перечисленные способы изменения формы при выдвижении в вертикальном, горизонтальном или в общих направлениях (рис. 48). Наибольшее использование здесь находит трансформация сдвижкой, особенно телескопического типа (см. рис. 48, 1, 2, 3).

Одно из старейших зданий такого типа — спортзал с бассейном в Роттердаме (Нидерланды), построенный в 1935 г. Две седловидные двускатные части покрытия могут двигаться в противоположных направлениях над залом объемом 700 м³ (длина 37 м, ширина 19 м), раскрывая его в хорошую погоду и позволяя использовать бассейн под открытым небом. Этот бассейн функционирует и сегодня.

Телескопически выдвигаемые одна из другой в одном направлении (или в разных) части здания или его покрытия могут иметь в разрезе коробчатую (см. рис. 48, 1, 2), П-образную, трапециевидную или полуцилиндрическую форму (см. рис. 48, 4). В качестве примеров можно привести осуществленные проекты спортивных сооружений — плавательный бассейн системы "Робус" (используемый для серии готовых залов) в Букингеме, Великобритания (рис. 49, а), перекрывающий площадь от 90 до 180 м² (12,5×7,5 м или 18,66×9,38 м) в зависимости от числа используемых секций — от четырех до шести. Полуцилиндрическая форма перемещаемых секций позволяет совместить кровлю и одну из стен в одну конструкцию.

Целиком полуцилиндрическую форму передвигаемых секций покрытия имеет спортивный комплекс архит. А. Цитека (рис. 49, б), используемый круглосуточно для занятий спортом, игр, организации досуга и отдыха. Ана-

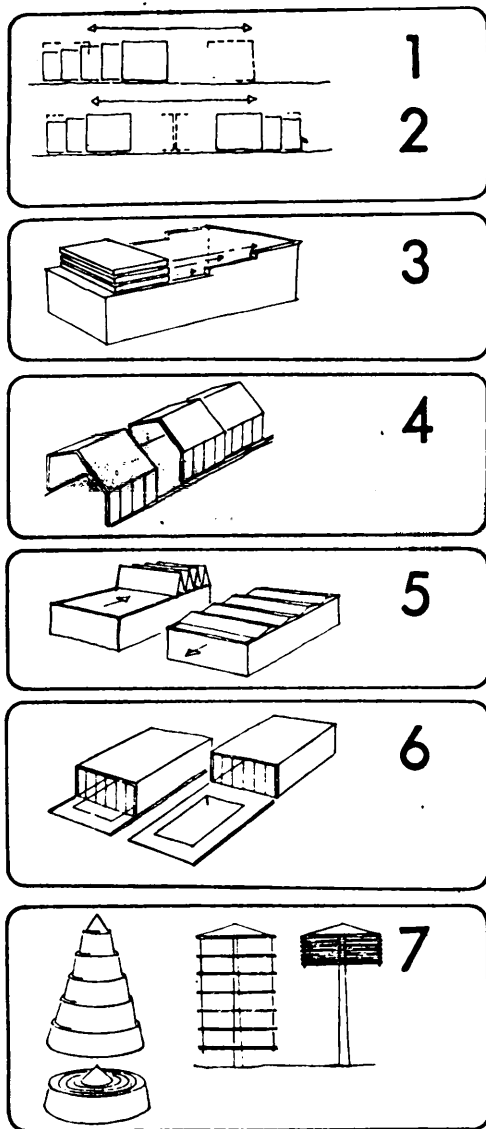


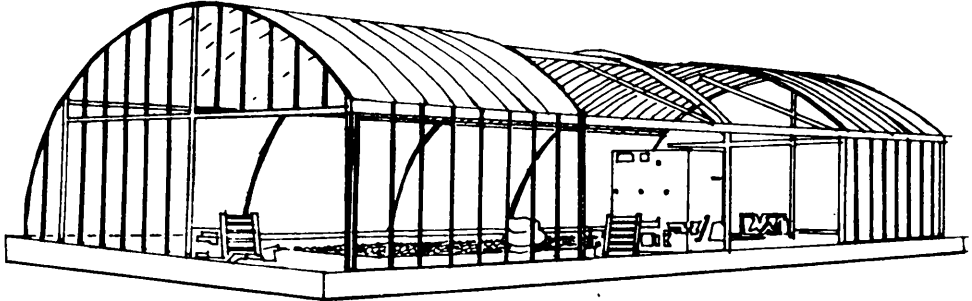
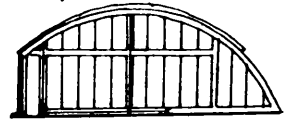
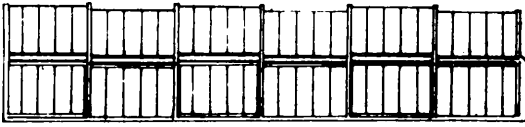
Рис. 48. Способы изменения формы жестких кинематических структур при параллельном движении в процессе трансформации [107]

1 — телескопически выдвигаемые коробчатые элементы в одном направлении; 2 — то же, в двух противоположных

направлениях; 3 — сдвижные панели покрытия; 4 — телескопически выдвигаемые П-образные элементы; 5 — складывающиеся трансформируемые покрытия; 6 — сдвижка стабильного покрытия на другое место; 7 — вертикальная трансформация

логичная форма телескопически трансформируемого покрытия придана бассейну в г. Эммене (Нидерланды), построенном в 1965 г. по проекту архит.

а



б

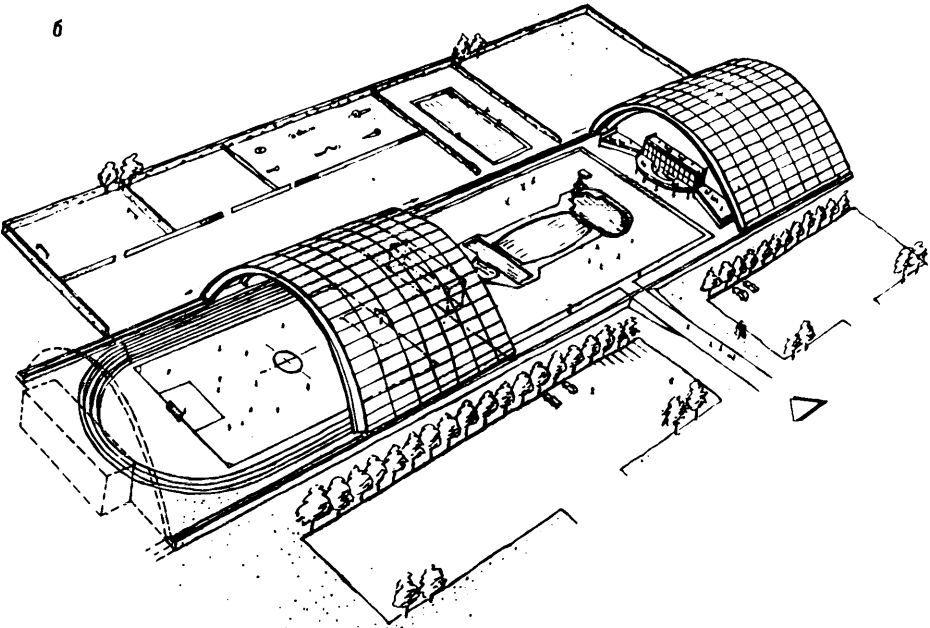


Рис. 49. Изменяемые жесткие кинематические структуры с параллельным движением в процессе трансформации (с. 97 — 101)

а — плавательный бассейн в Роттердаме, Букингем, Англия (архит. Робус Н. В.); б — проект спортивного комплекса (архит. А. Цитек); в — плавательный бассейн в Нойоне

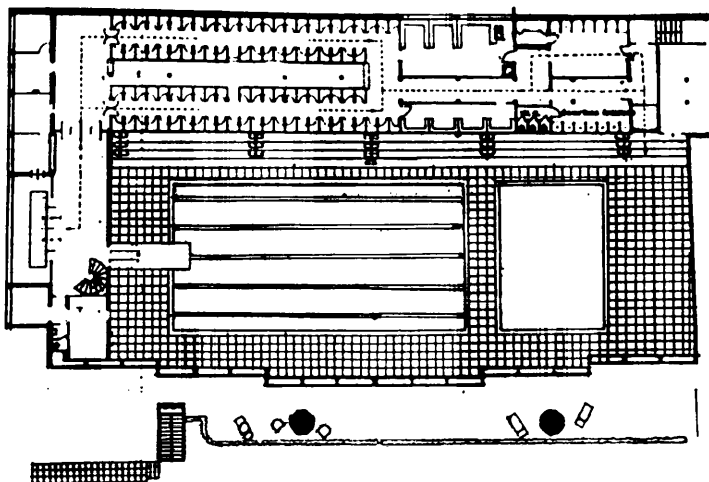
(Франция), archit. К. Чарпентир: 1 — план; 2 — поперечный разрез; 3 — продольный разрез; г — плавательный бассейн "Магродом" в Длингене: 1 — план; 2 — южный фасад; 3 — продольный разрез; 4 — покрытие, вид сверху; 5 — поперечный разрез; д — проект катка в Даво-

се, Швейцария, под рук. Е. Гизеля; е — проект конкурса "Рентабельные бассейны", 1969 г. (Франция); 1 — вторая премия (архитекторы А. Чарвир, Д. П. Айрот и Ф. Чарвирас); 2 — четвертая премия (архит. П. Лагней); ж — проект ресторана над водой (архит. Ф. Кугель); 1 — система

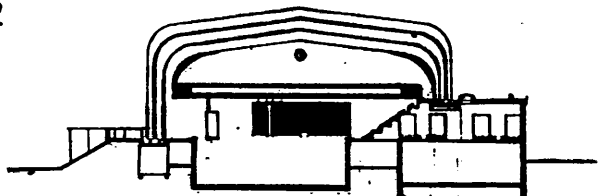
трансформаций; 2 — варианты изменения формы покрытия; 3 — складная перекрестно-ребристая конструкция (МАрХИ, авторы А. А. Попов, В. К. Файбишенко); и — покрытие над силосом (Исландия), исполнение фермера С. Свайнсона

В

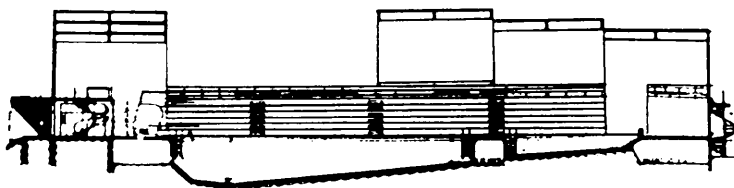
1



2

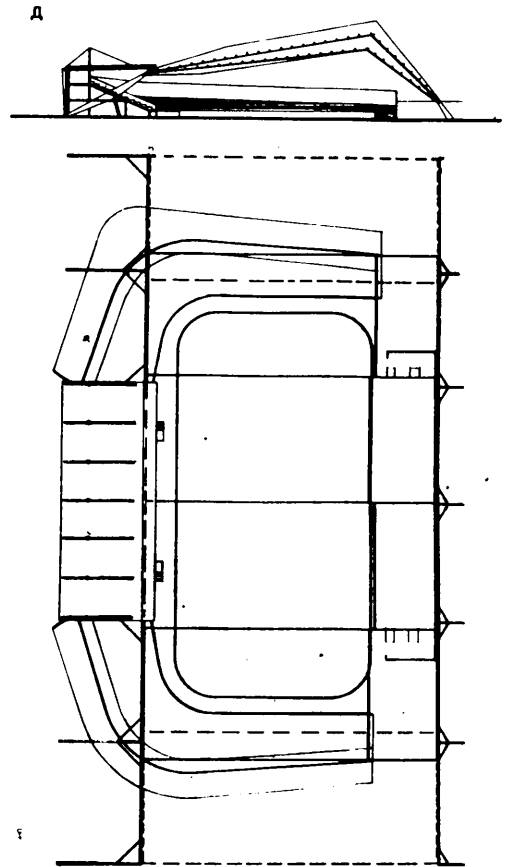
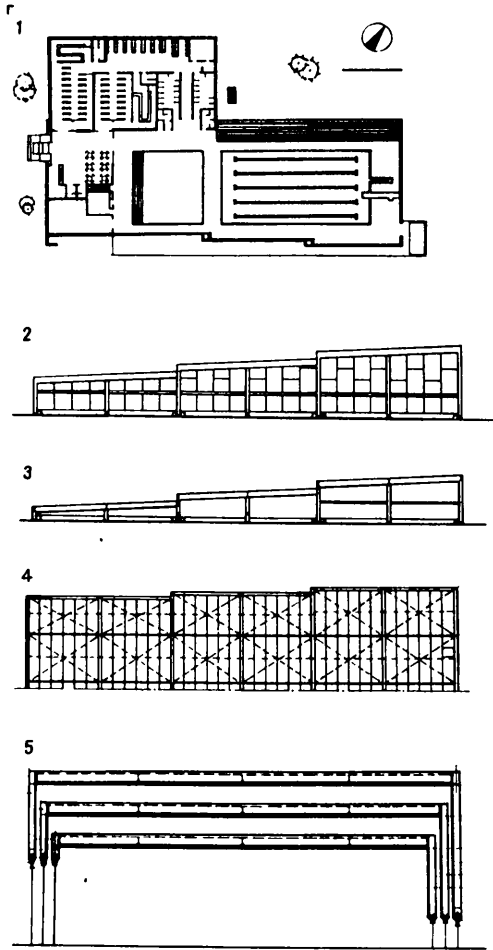


3



Н. С. Дикста. Он перекрывает площадь 2500 м^2 (длина 72 м, ширина 34,7 м). В огромном центре спорта и отдыха находится круглогодично используемый в любую погоду бассейн с двумя внутренними и двумя наружными водными ваннами, которые в зависимости от распо-

ложения покрытия могут быть открытыми или закрытыми. Зал имеет четыре бочкообразные секции, несущие конструкции которых выполнены из арочных стальных обручей, перекрытых поливиниловыми плитками. Трансформация покрытия осуществляется за 3 мин.



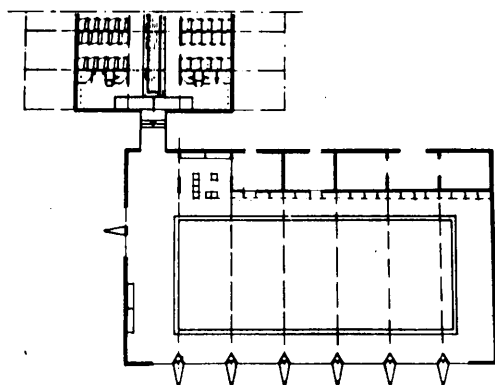
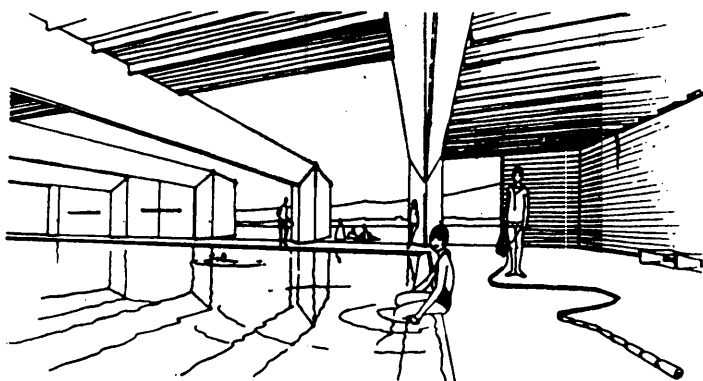
Трансформируемое перекрытие игрового стадиона для баскетбола и футбола, построенного в Канзас Сити (США) в 1971 — 1972 гг. (проект фирмы Киветт и Майерс, архит. К. Дитон), состоит из двух бочкообразных частей, раздвигаемых в разные стороны при проведении мероприятий на открытом воздухе.

Более сложную форму телескопически выдвигаемых секций имеет здание "Магродом" в г. Нойон (Франция), построенное еще в 1967 г. по проекту 1962 г. архит. К. Чарпентира (рис. 49, в). Зал бассейна площадью 1400 м^2 (длина 60,5 м, ширина 37,5 м) может эксплуатиро-

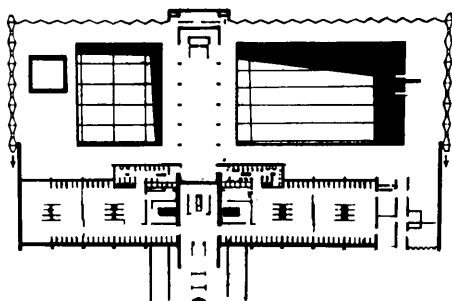
ваться на открытом воздухе или перекрываться за 9 мин (полностью или частично) шестью секциями, две крайние из которых стационарны, а четыре средние — подвижны. Форму секций определяют несущие рамы, расположенные по краям, а покрытие рамных секций состоит из оцинкованных рифленых стальных листов. Предшественником рассмотренного проекта можно считать бассейн К. Келлера в Париже, построенный по проекту архит. А. Грегоира в 1966 г. той же фирмой "Mac Gregor — Comarain". Покрытие из восьми телескопически выдвигаемых стальных элементов движется на роликах по

е

1



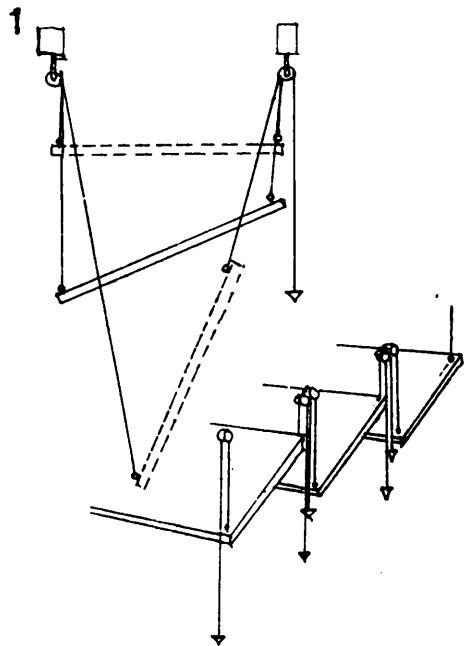
2



рельсам, положенным на массивные железобетонные стойки. Продольные и торцовые стены стационарны. Трансформация элементов происходит всего за 5 мин, перекрываемая площадь 850 м^2 (длина 50 м, ширина 17 м).

Этой же фирмой за 16 мес выполнены в 1970 г. работы по строительству бассейна "Магродом" в Дилленгене (Германия). Комплекс бассейна (рис. 49, г) на открытом воздухе состоит из стационарного зала для вспомогательных помещений и зала бассейна с тремя телескопически трансформируемыми секциями, имеющими разную высоту (от 3,9 до 8,9 м) и разные пролеты (18,8; 20,1; 21,5). Секции имеют П-образную форму с наклонной перекрывающей частью и выполнены в рамных несущих конструкциях (на каждую секцию по три рамы, опирающиеся на ролики). Масса залых конструкций составляет примерно 150 т, а трансформация осуществляется с помощью двух моторов мощностью 55 кВт за 15 мин со скоростью 3 м/с.

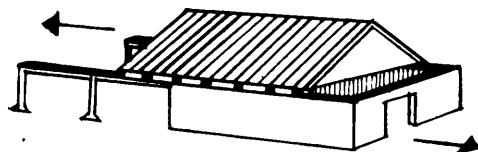
Ж



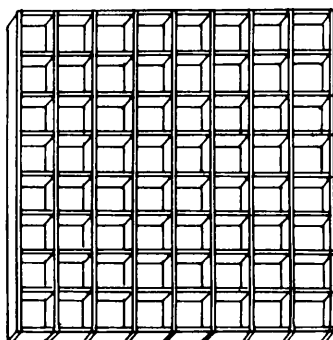
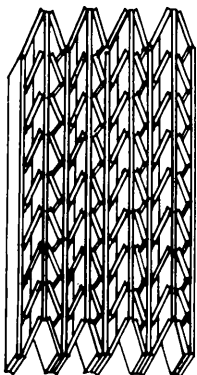
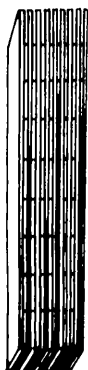
2



И



З



Зал катка в Давосе (Швейцария, 1967 г.) площадью 4800 м^2 (длина 80 м, ширина 60 м, проект выполнен под руководством Е. Гизеля) перекрыт четырьмя телескопически трансформируемыми секциями, движущимися на роликах, что позволяет открывать целиком поверхность катка (рис. 49, д). Перекрывающие секции рассчитаны на соответствующую снеговую нагрузку.

Новый комфортабельный стадион "Скайдом" в Торонто (Канада) для баскетбола и футбола, построенный рядом с телевизионной башней (553 м высотой), представляет собой чудо техники — "гигантский кабриолет" для 50 — 60 тыс. зрителей. Большое купольное покрытие, перекрывающее $32\,000 \text{ м}^2$, состоит из четырех сегментов, два из которых — широкие гнутые движущиеся параллельно "полосы", а два других — половинки скорлупообразного купола. Трансформация происходит всего за 20 мин, путем поворота скорлупообразных секций и передвижения "полосчатых" секций происходит полное открывание или перекрывание спортзала. Общая масса трансформируемого покрытия, выполненного из стальных листов, бетона и искусственных материалов, 9700 т, приспособления для передвижения (54 стальных колеса на рельсах) отдельно весят от 25 до 44 т. Для стока влаги от дождя и тумана предусмотрены специальные канавки.

Интересен опыт французского конкурса 1969 г. "Рентабельные бассейны". Проект, получивший вторую премию (архитекторы А. Чарвир, Д. -П. Айгрот и Ф. Чаррас), иллюстрирует способ изменения формы трансформируемых покрытий (рис. 49, е), их открывание и закрывание происходит путем сдвижки в горизонтальном направлении панелей покрытия, но только на одном уровне. Применение в качестве несущих конструкций объемных рам дает возможность получить большие пролеты и перекрыть зал бассейна общей площадью 570 м^2 (длина 31,5 м, ширина 10 м). Движущиеся элементы покрытия перемещаются параллельно этим рам-

ным конструкциям и, телескопически надвигаясь друг на друга по резиновым роликам, открывают половину зала.

Один из проектов, получивших четвертую премию (архит. А. Мавас), также основан на этом же принципе, только на наклонной плоскости двускатного покрытия с южной стороны бассейна размером $30,75 \times 17,80 \text{ м}$. А проект архит. П. Лагнеу, отмеченный также четвертой премией, использует принцип складывания панелей покрытия, оно состоит из двух таких объемов, что позволяет получить большее число комбинаций применения пространства зала бассейна размером $64 \times 20 \text{ м}$.

Способ адаптации архитектурного объекта к погодным условиям путем сдвижки стабильного покрытия на другое место, по принципу позиции б (см. рис. 48), также имеет место в практике проектирования и строительства. Так, проект 1967 г. бассейна системы "Шустер" (архитекторы Май, Коллер, Ромберг) предполагает при эксплуатации бассейна на открытом воздухе использовать параллельнодвигающуюся стабильную конструктивную систему, выполненную из жестко скрепленных рамных конструкций с шагом 5 м. Нижняя несущая часть представляет собой цоколь высотой 45 см, в котором предусмотрено устройство для передвижения верхней мобильной части здания, перекрывающей 1440 м^2 (длина 60, ширина 20 м). Трансформация производится за 10 — 15 мин.

Другим примером может служить спортивный стадион в Лейпциге (Германия), для которого после десятилетнего использования под открытым небом было построено в 1961 г. параллельно выдвигаемое зимнее покрытие с перекрывающей площадью 1792 м^2 над плавательным бассейном (архитекторы Ауспург, Брендель, Буркхарт и Соуранди). Несущие конструкции, собранные из стальных трубчатых элементов, образуют двускатное седловидной формы покрытие, которое опирается на скользящие по крановым рельсам башмаки. На торцы покрытия

навешиваются фронтонные стены, снимаемые при перемещении всей системы конструкции, которое продолжается шесть дней. При открывании зала его покрытие сдвигается и устанавливается сзади узкой стороны водной ванны бассейна, что дает возможность образовать зал для гимнастики.

Бассейн, построенный в Лотарингии (Франция) по проекту архит. П. Бурк, также предусматривает перемещение за 30 мин всего покрытия, состоящего из восьми секций, и стен зала площадью 940 м^2 (длина $42,7 \text{ м}$, ширина $19,7 \text{ м}$) на другое место (с короткой стороны зала) на время хорошей погоды по крановым рельсам на 16 роликах. К таким сооружениям можно отнести общественный бассейн, построенный в г. Ньюарк (США, проект фирмы Е. Варнет и Партнер). Его плоское перекрытие выполнено из целой плиты, которая выдвигается на роликах по искусственной железной дороге и перекрывает площадь зала 3600 м^2 (длина $56,4 \text{ м}$, ширина $63,4 \text{ м}$). Трансформация тяжелого перекрытия (510 т) производится четырьмя моторами (по $7,5$ лошадиных сил каждый) в течение 24 мин.

Изменение формы жестких кинематических структур путем параллельного движения элементов трансформации используется не только в спортивных объектах, но и в других общественных, производственных и жилых зданиях. Так, в г. Мальме (Швеция) на верфи возведен огромный зал для строительства кораблей площадью $13\,450 \text{ м}^2$ (длина 180 м , ширина $74,7 \text{ м}$). Он может трансформироваться в течение 20 мин путем передвижения покрытия, состоящего из шести секций,двигающихся по стенам верхнего этажа. Секции передвигаются с помощью козлового крана грузоподъемностью 800 т полностью автоматически. Жилой дом в Вармбронне (Штутгарт, Германия), построенный в 1968 г. (архит. Ф. Отто), имеет площадь примерно 30 м^2 ($5 \times 6 \text{ м}$), средняя движущаяся часть его одновременно служит дверью, стеной и кровлей. Конструкции подвижной части массой около 350 кг ,

выполненные из деревянного профиля, трансформируются с помощью электромотора мощностью $0,75 \text{ кВт}$.

Проект ресторана над водой (по идее архит. Ф. Кугеля, 1954 г.) предусматривает размещение зала ресторана на платформе, нависающей над водоемом (рис. 49, ж). Перекрытие выполнено из подвижных плоских элементов, трансформируемых с помощью тросов и лебедок, в результате получается гибкая реагирующая на солнечные лучи складчатая структура. Предложенная система трансформации позволяет изменять форму и характер покрытия и придать многообразие архитектурному облику здания. В качестве перекрытия или перекрытия может использоваться перекрестно-ребристая структура для зданий и сооружений пролетом $12 \times 12 \text{ м}$ (рис. 49, з). Складные параллельные фермы, соединенные шарнирно с помощью разрезных фермочек, при трансформации из пакета (размером $13,5 \times 1,05 \times 0,63$) через 40 мин образуют пространственную плоскую структуру 144 м^2 , что значительно экономит затраты труда при монтаже.

Покрытие над силосом разработано и построено в 1971 — 1972 гг. в деревне Храфнелсштодум (Исландия) фермером С. Свайнсоном (рис. 49, и). Двускатное покрытие размером $10 \times 30 \text{ м}$ сдвигается на семи парах роликов по параллельным направляющим с помощью лебедки или вручную. Возможность регулировать величину открытого пространства позволяет соблюдать температурно-влажностный режим подготовки и хранения силоса.

Примеры *центрально-периферического* движения в процессе трансформации элементов жестких кинематических структур, встречающиеся в практике проектирования и строительства, иллюстрируют некоторые способы изменения формы. По характеру трансформации изменение формы таких архитектурных объектов происходит путем откидывания жестких элементов, сдвижки, поворота (по принципу фотодиафрагмы), листово-

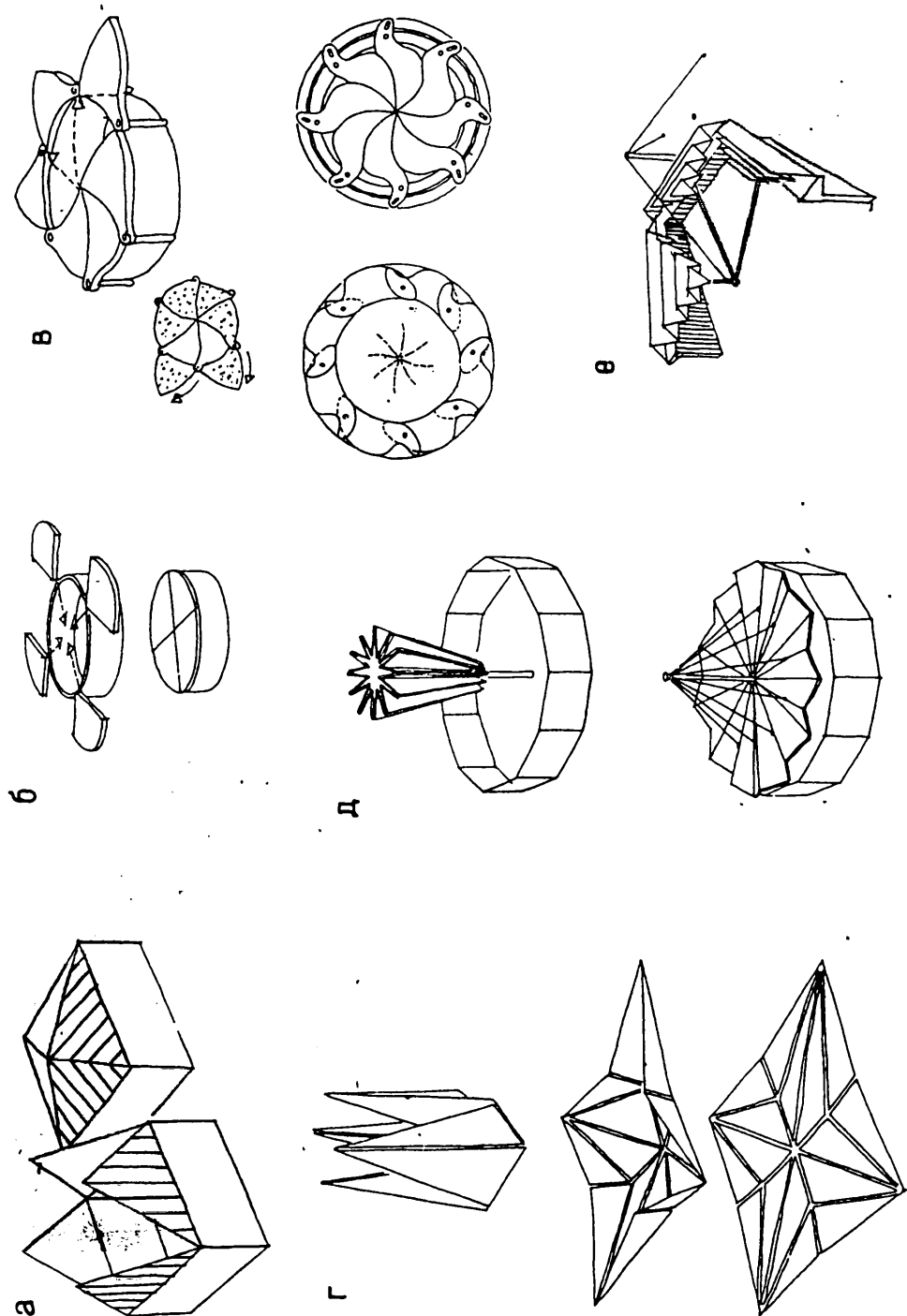


Рис. 50. Способы изменения форм жестких кинематических структур при центрально-периферическом движении в процессе трансформации [107]
а — откидывание жестких элементов; б — сдвиг; в — поворот (по принципу фотоаппарата); г — листовоскладчатая трансформация; д — складывание сходящихся в центре элементов с изменяемой кривизной; е — трансформация сегментов при параллельном складывании

складчатой трансформации (складыванием сходящихся в центр элементов), откидывания полужестких элементов с изменяемой кривизной, трансформации сегментов путем их параллельного складывания (рис. 50). Что касается приема листово-складчатой трансформации (рис. 50, а), то его можно отнести к приему трансформации из плоскости (о чем будет сказано далее). Однако гибкое соединение отдельных плоских элементов, складывающихся в определенной закономерности и образующих в разложенном положении простую геометрическую фигуру, расчлененную основными гранями сгиба, проходящими через ее центр, позволяет отнести это к рассматриваемому типу в том случае, если элементы соединены шарнирно или какой-либо другой связью.

В практике проектирования и строительства объектов, использующих принципы трансформации с центрально-периферическим движением, наиболее распространен способ откидывания как наиболее простой в исполнении.

Проект, получивший девятую премию французского конкурса 1969 г. "Изменяемые бассейны" (авторы А. Пиэрре, Г. Квеле, П. Ферре, А. Теренин), предусматривает для перекрытия зала бассейна применение круглого в плане покрытия, состоящего из 20 прозрачных складчатых элементов (рис. 51, а). Покрытие открывается путем откидывания этих элементов. При закрывании трансформация начинается с двух противолежащих элементов, что позволяет образовать жесткую раму, а затем остальные элементы начинают постепенно возвращаться к центру один за другим в виде ступеней лестницы с зазором на толщину элемента. Складываемые складчатые элементы рассчитаны на скорость ветра 80 км/ч, а при 60 км/ч автоматическое устройство начинает процесс закрывания элементов покрытия.

В жилом доме "Ватерлиния", построенном в 1963 г. по проекту архит. Б. Варне, предусмотрен атриум пирамидальной формы размером $64 \text{ м}^2 (8 \times 8 \text{ м})$,

который перекрыт четырьмя откидывающимися сегментами, выполненными из термостекла. При трансформации сегментов оси их поворота находятся в таком положении, чтобы не мешать вращению. Приводное устройство для поворота сегментов состоит из гидравлического цилиндра,двигающего колбы и зубчатую передачу, что позволяет плавно откидывать кровлю и опирать ее на боковые части здания. Аналогичная конструкция использована при строительстве бассейна при односемейном доме в Баден-Бадене (по проекту 1969 г. архитекторов Н. Фелинга, Д. Годеля и Г. Ссуммак). Покрытие бассейна в виде шестигранной неправильной пирамиды состоит из полистирольных сегментов, каждый второй из них может подниматься.

Многие примеры из практики строительства частных жилых домов иллюстрируют применение жестких кинематических систем с центрально-периферическим движением в процессе трансформации. Удобство использования, эффект открытого пространства и его многофункциональность привлекают владельцев домов, применяющих такие конструкции для устройства террас, парников, зимних садов, бассейнов и др. В частных домах в Германии используются открывающиеся покрытия бассейна из легкого волнистого искусственного материала. Так, в АКО-бассейне (по проекту архит. А. Кортмана) для перекрытия бассейна применен светопрозрачный купол площадью $10 \text{ м}^2 (2,5 \times 4 \text{ м})$, трансформация которого делает подземный бассейн бассейном под открытым небом. Следует упомянуть и покрытие над бассейном по проекту 1969 г. архит. Б.-Ф. Ромберга площадью $90 \text{ м}^2 (12 \times 7,5 \text{ м})$. Полуцилиндрическое покрытие из двух четвертьцилиндров трансформируется путем поворота одного вдоль другого (рис. 51, в), что позволяет открыть половину зала, обращенного на южную сторону.

Более масштабен по применению рассматриваемых конструктивных сис-

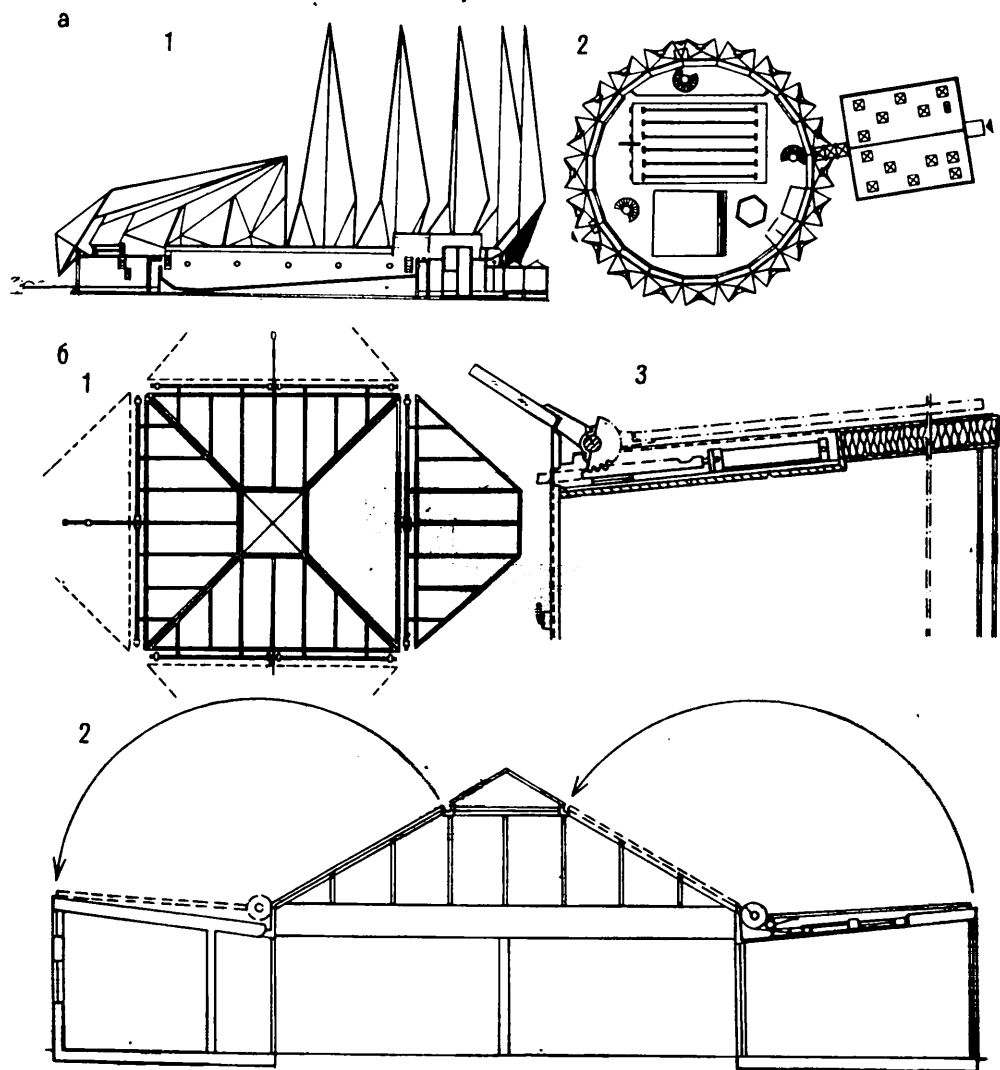


Рис. 51. Изменяемые жесткие кинематические структуры с центрально-периферическим движением в процессе трансформации (с. 106 — 108)

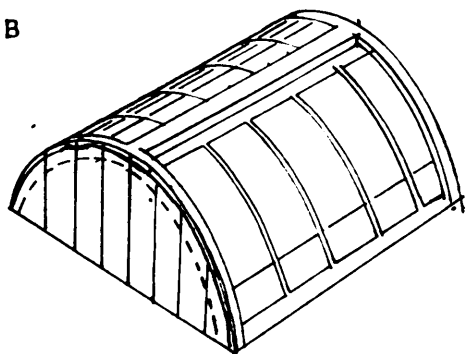
а — плавательный бассейн с трансформируемым покрытием (девятая премия французского конкурса "Изменяемые бассейны". Авторы А. Пиэрре, Г. Квеле, П. Ферре, А. Теренин); 1 — разрез; 2 — план; б — жилой дом "Ватерлиния" в г. Уттран (Швеция, архит. Б. Варне); трансформируемые сегменты, 1 — вид сверху; 2 — разрез здания; 3

— разрез приводного устройства; в — проект бассейна с трансформируемым покрытием (архит. Б. — Ф. Ромберг); г — проект Шекспировского театра (архитекторы Е. Элдер и Е. Д. Стоун); д — трансформируемая сценическая установка для спектакля "Шестая мира" (архит. А. Родченко, 1931 г.); е — самовозводящаяся структура декоратора (проекты студентов университета штата Вирджиния, США); 1 — в сложенном виде; 2 — стадия трансформации; 3 — в развернутом виде

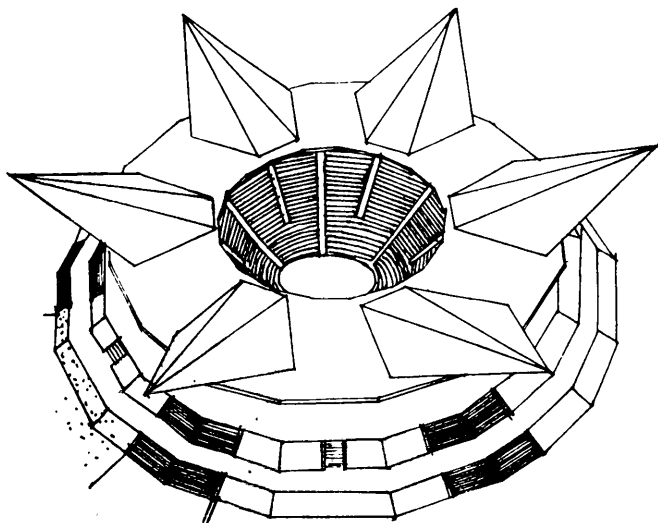
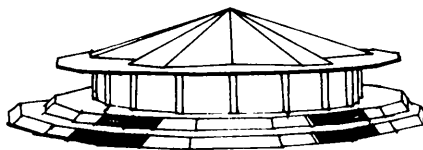
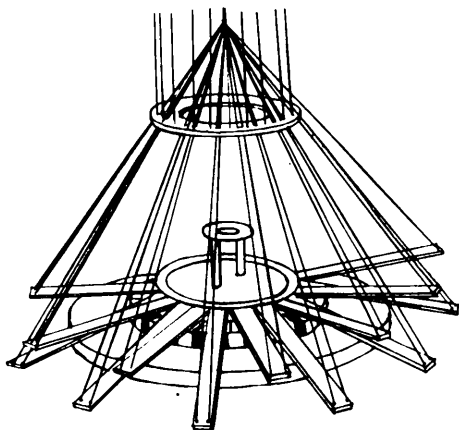
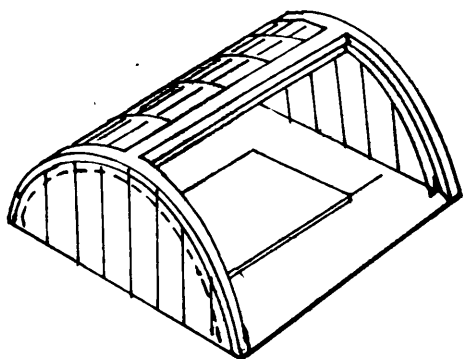
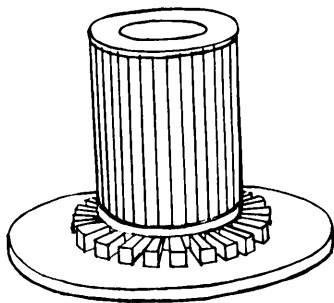
тем проект Шекспировского театра (1962 г., архитекторы Е. Элдер и Е. Д. Стоун). Круглый в плане театр на 2000 зрителей должен был служить для постановок пьес Шеспира. Шесть подвижных элементов покрытия зала жестко прикреплены одним из ребер к покрытию помещений, окружающих зал. После откидывания этих элементов на покрытие полностью открывается пространство зала (рис. 51, г).

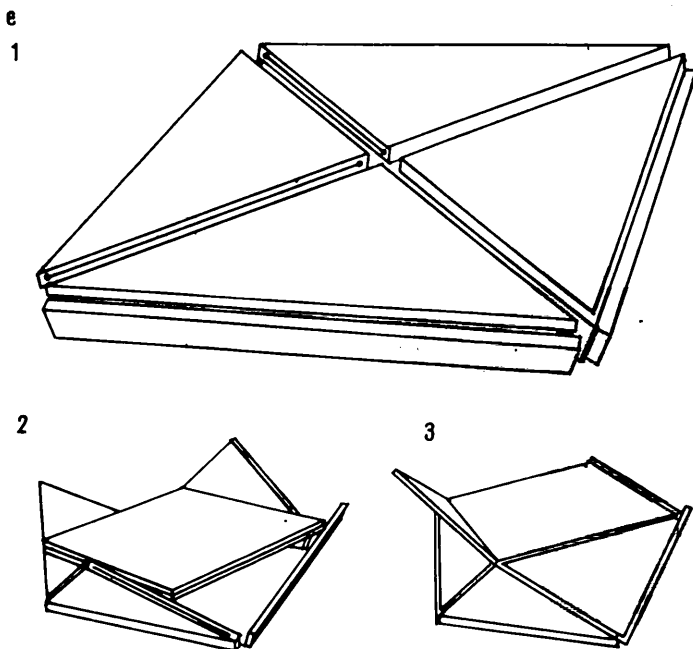
К примерам, иллюстрирующим ис-

В



Д





пользование центрально-периферического движения в процессе трансформации, относится проект трансформируемой сценической установки для спектакля "Шестая мира" (автор А. Родченко, 1931 г.). В центре сцены располагался граненый цилиндр, состоящий из вертикальных плоскостей, сверху скрепленных тягами. В результате трансформации — откидывания этих плоскостей для разных сцен создавались различные комбинации опущенных и поднятых элементов, служащих пандусами и подмостками для актеров (рис. 51, д). Интересен проект самовозводящейся структуры декаэдра (предложение для строительства), выполненный студентами университета в Вирджинии (США), проводящими на моделях исследования методов создания кинематически управляемого пространства. Складывающийся десятигранник слоистой конструкции может быть последовательно развернут в готовое сооружение и затем снова сложен в четыре слоя (рис. 51, е). Вначале отки-

дываются треугольные панели, прикрепленные к нижней прямоугольной панели, по их ребрам как по направляющим поднимаются верхняя прямоугольная панель и треугольные панели. При этом элементы, составляющие крышу, во всех положениях связаны со стенами скользящими соединениями. Это позволяет так автоматизировать движение различных шарнирно соединенных между собой элементов, что сборка здания фактически производится простым нажатием кнопки.

Жесткие кинематические структуры с циркульным движением в процессе трансформации, естественно, относятся к группе проектов круглых в плане архитектурных объектов. Трансформация осуществляется путем передвижения прямолинейных, складных или линейных, а также криволинейных элементов друг за другом по кругу. При этом могут быть использованы различные способы изменения форм: телескопическая сдвижка по кругу кривых сегментов или цилиндрических эле-

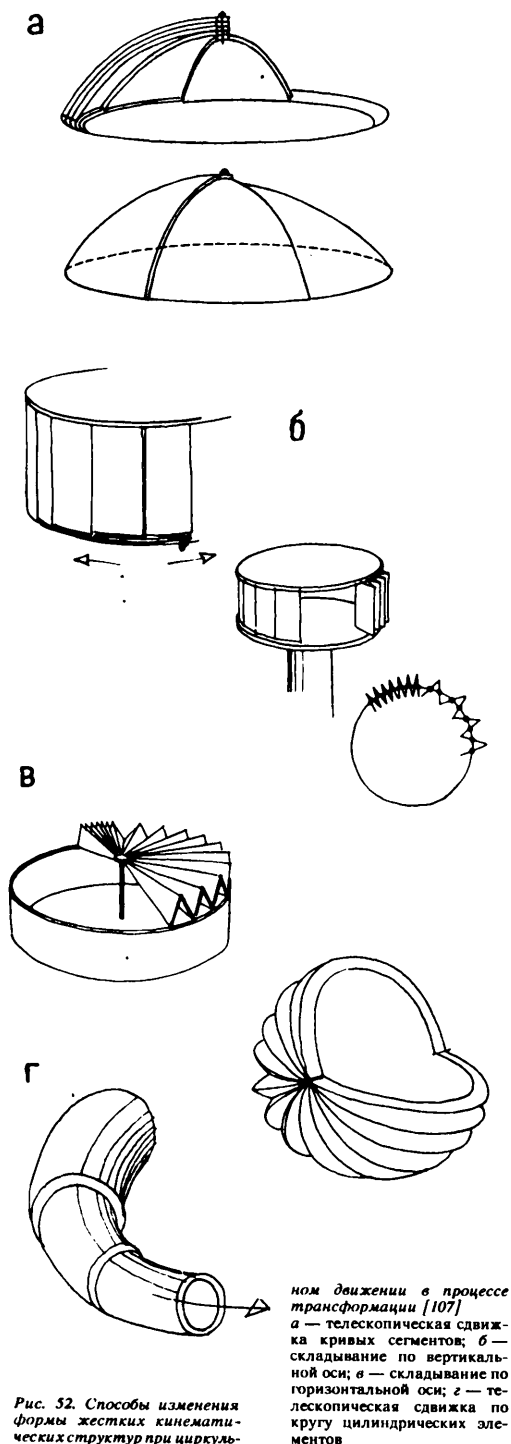


Рис. 52. Способы изменения формы жестких кинематических структур при цирку-

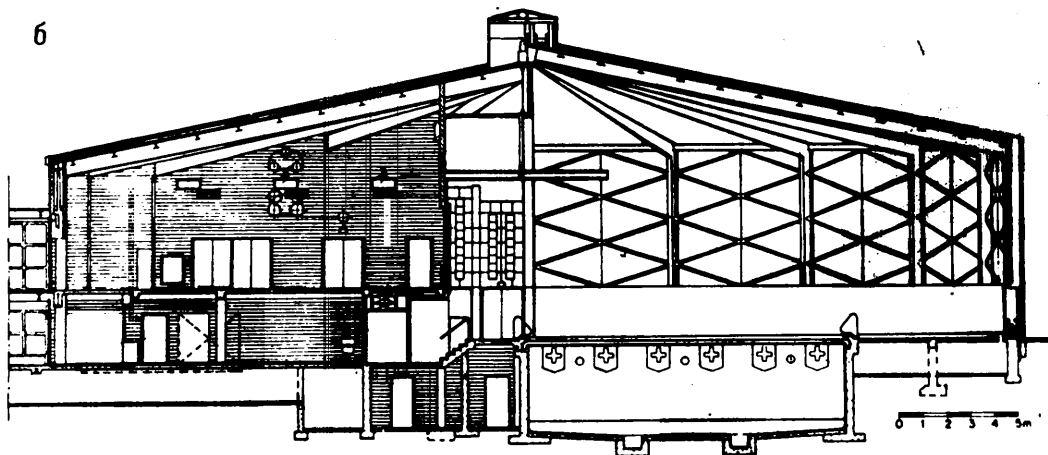
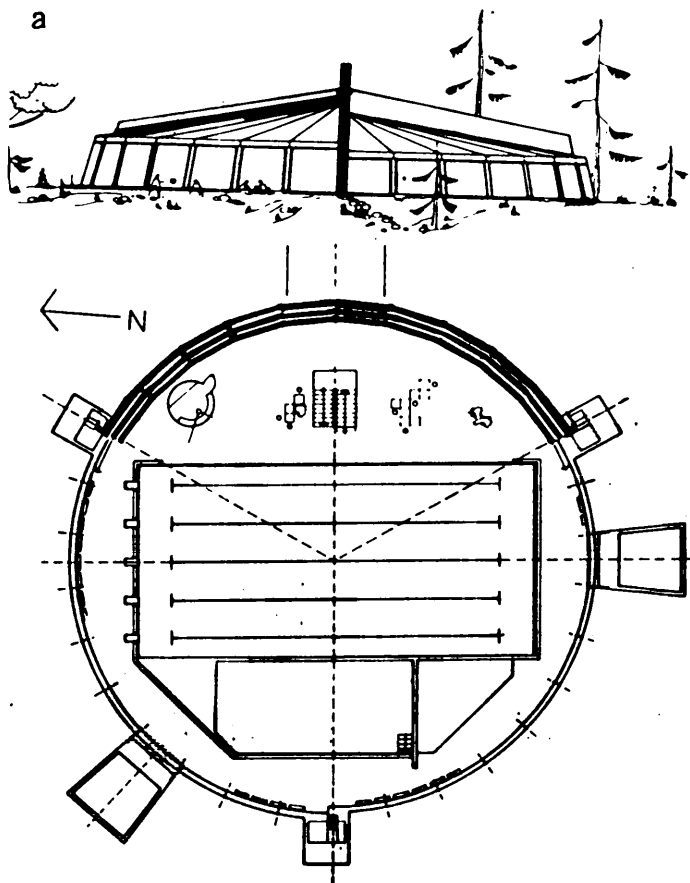
ментов, складывание по вертикальной или горизонтальной оси элементов, сочлененных между собой зигзагообразным способом (рис. 52).

По принципу телескопической сдвижки по кругу кривых сегментов построено в 1971 — 1972 гг. здание бассейна круглогодичного использования в г. Нойхоф (архит. М. Эллер, проект 1968 г.). Круглое в плане, диаметром 35 м здание включает водные чаши — спортивную и учебную и состоит из трех секторов, два из которых подвижны, а один стационарный (рис. 53, а). По мере необходимости подвижные секторы покрытия высотой 6 м поворачиваются по кругу в направлении к стационарному сектору и телескопически совмещаются под ним в течение 5 — 6 мин, что позволяет в значительной мере открыть помещение бассейна в хорошую погоду. Сооружение собирается из предварительно изготовленных элементов: оцинкованный стальной несущий каркас, внешняя оболочка из алюминиевых покрытий с огнеупорным лаком и трапецевидных листов стали, внутренняя оболочка с силикатной изоляцией. Стационарная часть имеет двойное остекление, а подвижные части выполнены из плексигласа.

Аналогично решен дом, построенный в пустыне Аризона (США, архитекторы П. Солери и М. Милса, 1961 г.), площадью примерно 100 м². Стекланный купол состоит из подвижных секторов, которые сверху соединены одним шарниром и перемещаются по кругу внизу на роликах. При открывании помещений дома секторы телескопически совмещаются друг под другом. Купол вмещает систему водяного охлаждения, где стеклянные плоскости используются в качестве площадей испарения. Интересен проект лечебного и массажного зала, относящегося к комплексу отеля на Адриатике (г. Примостен — Сибеник, Югославия), построенный в 1968 г. Он имеет круглую форму плана площадью 600 м². Перекрывающий купол состоит из трех подвижных секторов и выполнен из стальных пространствен-

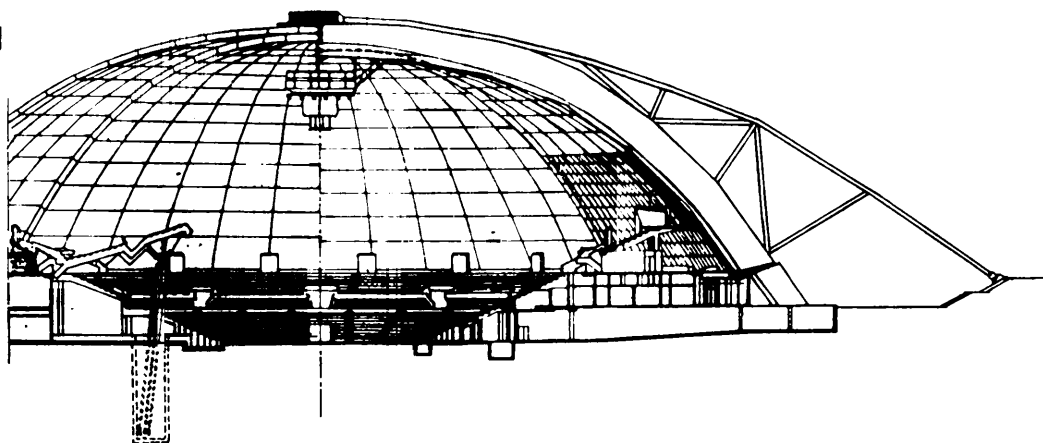
Рис. 53. Изменяемые жесткие кинематические структуры с циркульным движением в процессе трансформации (с. 110 — 115)

а — здание бассейна круглогодичного использования в Нойхофе (Германия, архит. М. Эллер); б — разрез здания бассейна в Пенсильвании (США), фирма "Лоури и Грин"; в — зал в Питтсбурге (США), архитекторы Митчел и Ритчей, 1961 г.; 1 — разрез; 2 — план кровли; 3 — трансформация трибуны; 4 — проект плавательного бассейна (автор Б. Шоэллер — первая премия французского конкурса "Изменяемые бассейны"); 5 — разрез и план; 6 — то же (второй вариант); 7 — то же (автор Р. Хирт); 8 — то же, (авторы Д. Монтаут и А. Гарин — пятая премия); 9 — то же (авторы Д. Ферганауд и Р. Дупляйсс — пятая-А премия); и — то же (общество Ля-арх — седьмая премия)

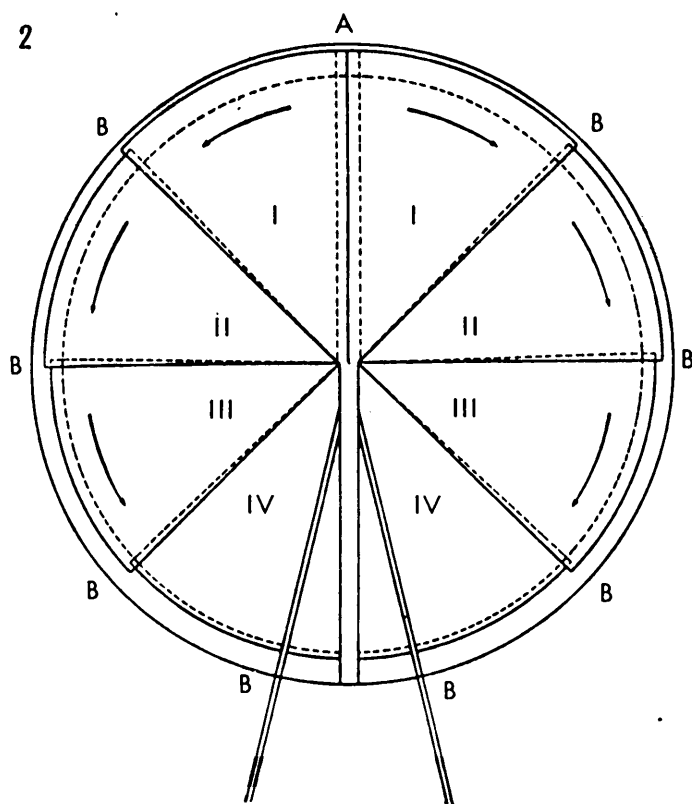


В

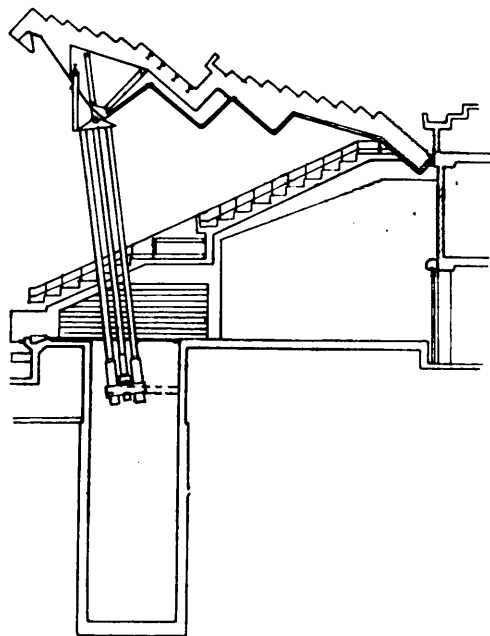
1



2



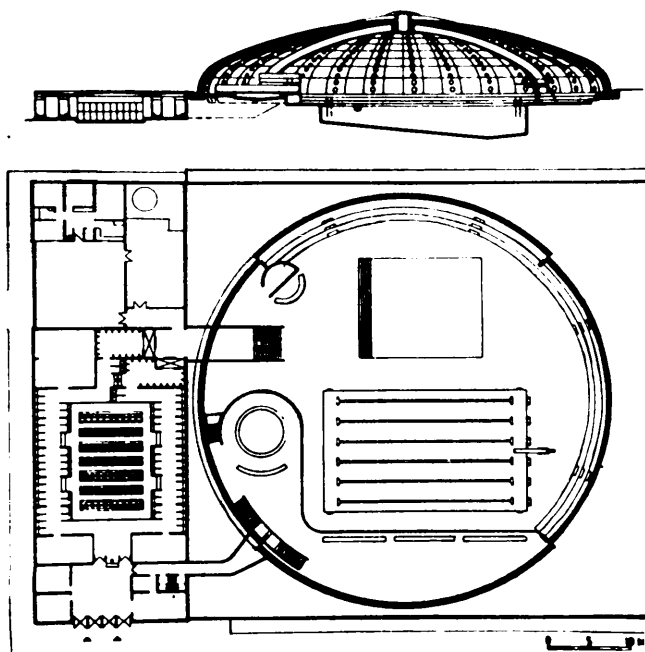
3



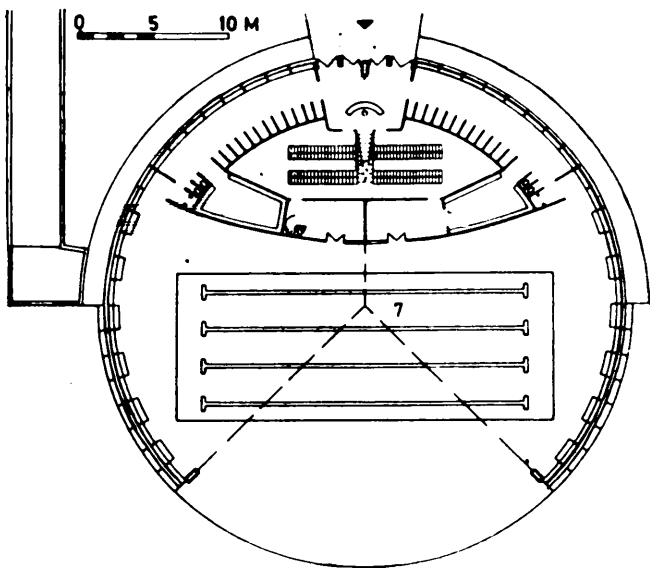
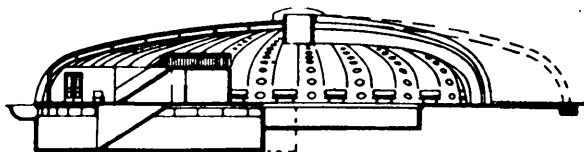
ных конструкций с плексигласовым покрытием. Два подвижных сектора, телескопически совмещающаяся с третьим стационарным, раскрываются на $\frac{2}{3}$ пространства зала, обращенного к морю.

Здание бассейна в Хершее, Пенсильвания (США), построенное в 1965 г. по проекту Лоури и Грин и являющееся городским центром отдыха, состоит из стационарного здания и трансформируемой крыши площадью 1200 м² над чашей бассейна (рис. 53, б). Система подвижного перекрытия состоит из двух секторов, образующих в плане два полукруга, которые при трансформации телескопически совмещаются один над другим. Несущие конструкции выполнены из расположенных радиально рамных элементов, на каждом втором из которых находятся ролики для трансформации. Внешние стены и кровля покрыты легкими водонепроницаемыми и изоляционными прозрачными пеноблоками, а также алюминиевыми панелями.

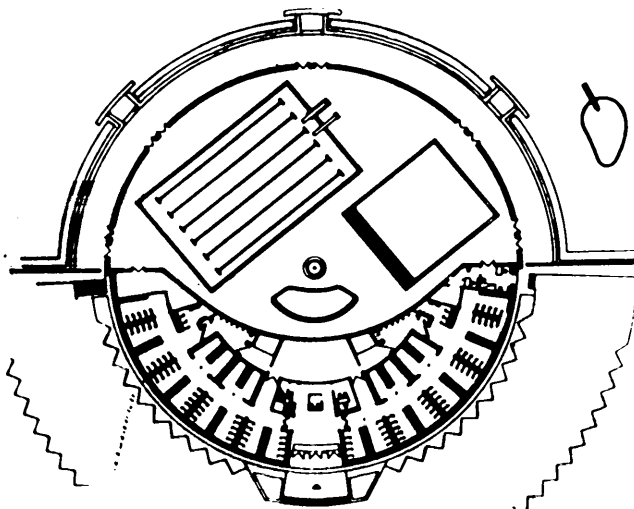
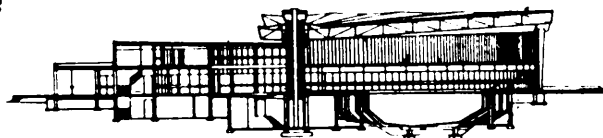
Г



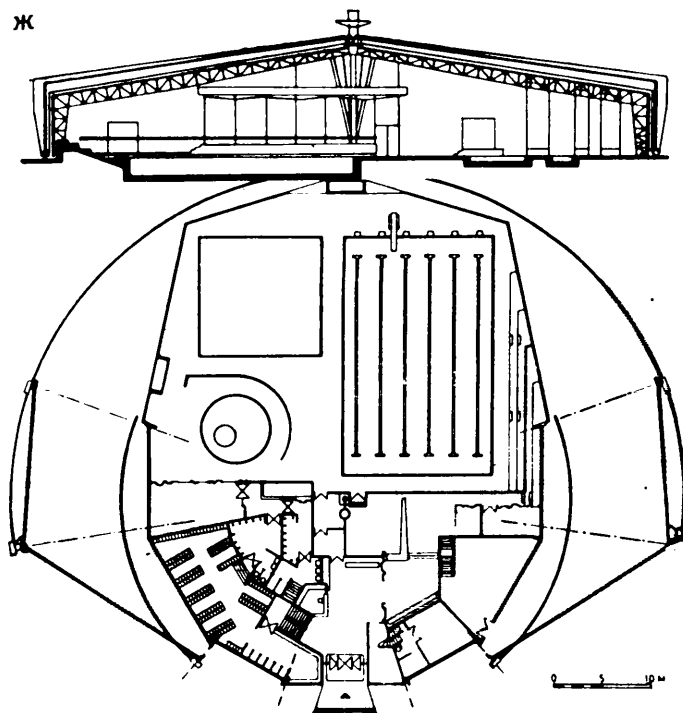
Д



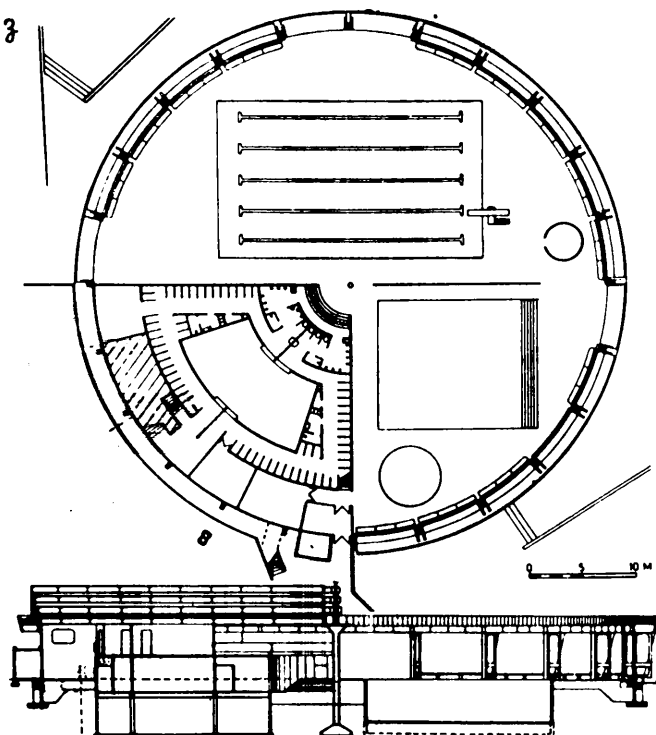
е



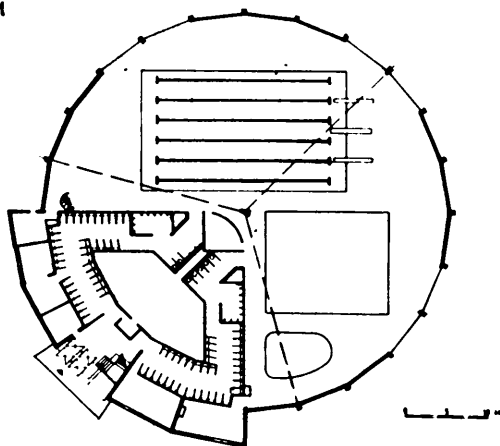
Ж



З



и



Наиболее значительным и известным из рассматриваемых типов зданий и сооружений является зал в Питтсбурге (США), построенный еще в 1961 г. (проект Митчел и Ритчей, 1951 г.). Включая эспланаду и стоянку для автомашин, перекрываемая площадь составляет 8 га. Огромный общественный зал площадью $12\,500\text{ м}^2$ используется для проведения собраний, конгрессов, выставок, театральных представлений на открытом воздухе и спортивных сооружений (рис. 53, в). Каждый вид мероприятий рассчитан на 7500 — 13 600 посетителей. Сектор со зрительскими трибунами на 2100 мест перекрывает сцену и может гидравлически подниматься, увеличивая площадь сцены на $58 \times 19,5\text{ м}$ (рис. 53, в — 3). Особенность этой аудитории — кинематическая купольная крыша диаметром 127,2 м и высотой в середине 35,25 м, состоящая из восьми секторов, два из которых стационарны, а шесть — подвижны. При открывании купола каждые три сектора телескопически совмещаются друг под другом и под одним из стационарных секторов, трансформация происходит за 2,5 мин. Купол несут две поворотные цапфы, образованные из пространственных конструкций. Каждый сектор купола передвигается на 12 роликах по концентрическим рельсам, а весь процесс трансформации осуществляется с

помощью массы дополнительных устройств и автоматизированных средств, например, оба дальних сектора снабжены пятью моторами по 25 л.с., а средние и ближние имеют по пять моторов соответственно по 20 и 10 л.с.

Рассматриваемый принцип трансформации жестких кинематических структур используется в ряде проектов плавательных бассейнов. На французском конкурсе 1969 г. "Изменяемые плавательные бассейны" первую премию получил проект Б. Шозллера, предусматривающий трансформируемый купол над залом площадью 2000 м^2 (диаметром 50,2 м), который может быть открыт на 50 % с возможностью ориентации и слежения за солнцем (рис. 53, г). Две перекрестные арки образуют несущие конструкции купола, который состоит из 64 одинаковых рифленых частей. Трансформация купола происходит аналогично предыдущим примерам. Подсобные помещения находятся в соседнем здании. Б. Шозллер предложил и другой более экономичный вариант решения данной задачи (рис. 53, д): два подвижных сектора дают возможность открыть пространство зала на четверть, а купол состоит из 64 разрезанных частей, подсобные помещения находятся внутри купола.

Вторую премию получил проект архитектора Р. Хирта, предложившего решение здания площадью 2300 м^2 , состоящего из стационарного и подвижного полуцилиндров диаметром 54 м (рис. 53, е). Подвижная часть перекрытия — рифленая горизонтальная конструкция опирается на стоящую в центре опору, а после трансформации размещается над стационарным покрытием, на котором имеется резиновая прокладка, наполненная воздухом. Аналогичен проект плавательного бассейна в г. Эмден (Германия) фирмы "Брауер и К°", где два подвижных сектора, перемещаясь по круговым рельсам, могут перекрывать любую часть круглого в плане бассейна, что создает множество комбинаций использования.

Пятой премии французского кон-

курса удостоен проект архитекторов Д. Монтаута и А. Гарни, которые предложили перекрыть помещения плавательного бассейна двумя подвижными и семью стационарными секторами, образующими в плане эллиптическую форму (рис. 53, ж). Перекрывающая площадь 1800 м^2 (длина 53 м, ширина 40 м). Стационарная часть включает подсобные помещения и образует в своем центре пространство для подвижных секторов, каждый из которых состоит из одноопорного рамного соединения и имеет максимальный пролет 34 м. Трансформация производится за 8 мин с помощью соответствующих механизмов. Пятую премию получил также проект архитекторов Д. Фергнанд и Р. Дупляйсси. Плоскость железобетонного круглого в плане перекрытия разделена на четыре сектора (рис. 53, з). Стационарный сектор перекрывает подсобные помещения, а три подвижных открывают залное пространство площадью 1900 м^2 (диаметром примерно 49 м) на три четверти путем поворота их друг за другом по концентрическим рельсам, размещаясь друг под другом и над стационарным сектором.

Седьмой премии конкурса удостоен проект архитектурного общества "Ля-Арх". Здание бассейна площадью 1900 м^2 (диаметром примерно 49 м) имеет форму полигонального цилиндра (рис. 53, и). Покрытие разделено на три сектора, под одним из которых (стационарным) находятся подсобные помещения, а два других, как и в предыдущем примере, трансформируются, что открывает пространство над бассейном, ориентированным на южную сторону.

Проект ратуши в Амстердаме (архит. Е. Гирани, 1968 г.) предусматривает перекрытие над пешеходной зоной перед ратушей. Перекрытие имеет круглые отверстия диаметром 15 м, закрывающиеся и открывающиеся путем поворота секторов круга. Это позволяет менять размеры отверстия в зависимости от обстоятельств и использовать данное сооружение для организации рынков, базаров, площадей для собраний и т. д.

Способ изменения формы путем *трансформации из плоскости* широко применяется при процессах динамической адаптации. Эта уходящая корнями в историю (китайские фонарики, японская игра оригами и др.) проблема интересует многих архитекторов, дизайнеров, художников и педагогов. Так, кинематические преобразования из листа бумаги входили в пропедевтический курс Баухауза. Основы формообразования структур, трансформируемых из плоскости, в настоящее время преподаются во многих учебных заведениях, а проблемам формообразования складчатых структур уделяется значительное внимание [31].

Важные признаки таких конструктивных систем — складываемость (историческая основа которой — положение в пространстве и переходное состояние между двумя плоскостями), имеющая значение для хранения, транспортирования и монтажа, а также разворачиваемость (обратная складываемости), много значащая для изготовления легких плоских несущих сооружений. Помимо этого важны форма первичных элементов структуры и их сочетаемость друг с другом. Начальные элементы могут быть представлены как точки, линии (прямые, кривые различного порядка), поверхности (плоские, жесткие, имеющие формы различных многоугольников с прямыми или криволинейными сторонами, отсеки поверхностей различного порядка кривизны с различными контурными характеристиками), объемные элементы (части дискретных замкнутых форм различной степени сложности: многогранников, цилиндрических, шарообразных и других поверхностей) [8]. Повторяющиеся по какому-либо геометрическому признаку начальные первичные элементы, находящиеся в динамической взаимосвязи, образуют динамическую структуру. Как правило, в таких структурах наблюдается соподчинение как отдельных начальных элементов друг другу, так и всей динамической целостностной структуре в иерархической последовательности.

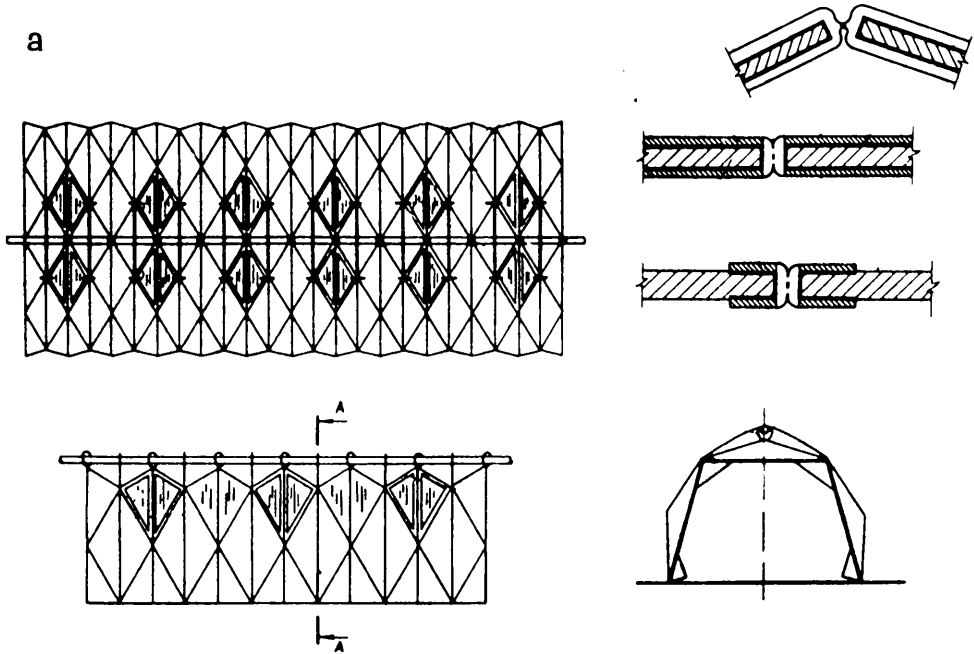


Рис. 54. Складчатые структуры (с. 117 — 118)
 а — трансформируемое цилиндрическое покрытие (авторы Ю. С. Лебедев, С. В. Ермаков); б — проект детского сада на две возрастные груп-

пы (каждая по 40 чел.), общий вид и план; в — сборно-разборное здание из складчатых элементов (группа английских студентов-архитекторов)

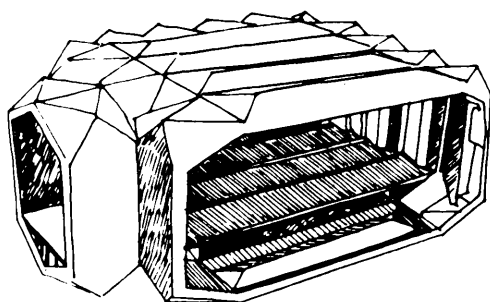
Трансформация из плоскости, где под плоскостью подразумевается не геометрическое понятие, а изотропная физически существующая структура, дифференцируется в зависимости от вида и способов структурирования. Согласно известной классификации форм, которые могут быть получены при помощи трансформации из плоскости, различают следующие [33]: поворотные цилиндрические шарниры (в это понятие включаются и насечки, не нарушающие целостность плоскости, а только продавливающие ее); просечки — разрезы, нарушающие целостность плоскости; перфорации-просечки, имеющие не только длину и ширину; симметричные опорные решетки, деформирующиеся по двум или нескольким осям симметрии, что позволяет получить еще ряд вариантов пространственных структур; контуры элементов структу-

рирования (прямолинейные или криволинейные); ранее неизвестные варианты структурных форм, получаемых путем комбинации элементов структурирования.

Многочисленные примеры перечисленных способов характеризуют виды трансформаций плоскости, например, в цилиндр или конус, а использование насечек или просечек дает широкий круг возможностей формообразования.

Для трансформируемых элементов как двумерных изотропных образований важное значение имеют процессы изготовления листовых изделий, основанные на принципах геометрических трансформаций листа. Так, в процессах, связанных с изгибанием (насечкой) или разрезкой (просечкой) материала, пластические свойства материала играют второстепенную роль, тогда как при обработке листового материала давлением (штамповкой, чеканкой и т. д.) — главную. В связи с этим любой тип трансформации плоского листа можно получить путем таких простейших операций, как изгибание, складывание и

разрезание (теоретически существует также операция растяжение — вытяжка материала). Соответственно этому существуют три типа структур, различающихся своими геометрическими характеристиками, свойствами и пластическим строем [39]: *изгибные структуры* — гладкие, линейчатые, разворачивающиеся на плоскости поверхности, составленные из элементов



6

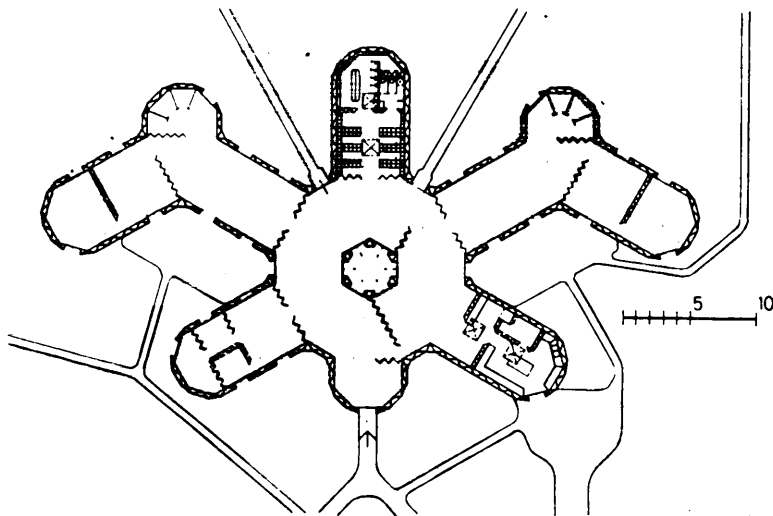
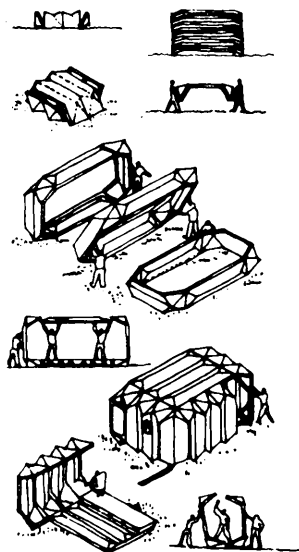
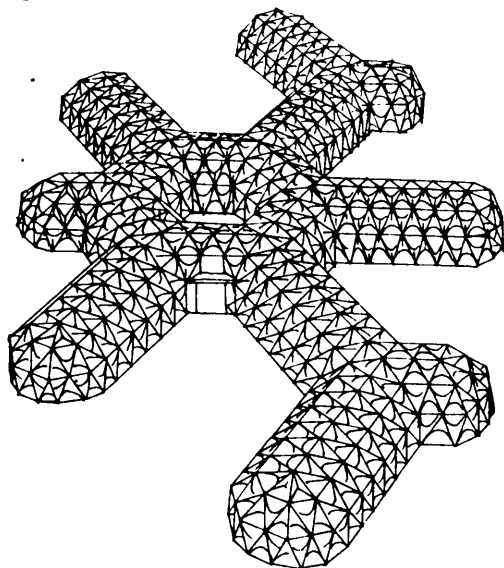
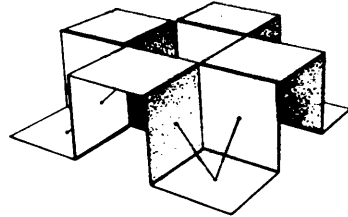
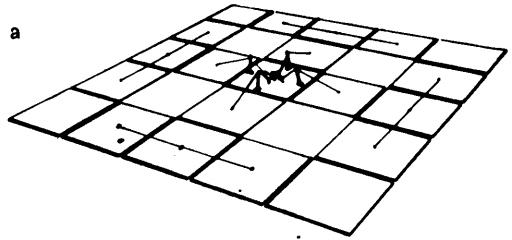


Рис. 55. Кинематические структуры, трансформируемые из плоскости (с. 119 — 132)

a — кинематическая структура из плоских модульных элементов (архит. В. Ф. Колечук); *б* — то же, примеры трансформируемых зданий (экспериментальное предложение); *в* — трансформируемые объемные блоки для многоэтажного строительства в Окленде (США); *г* — пространственные структуры, трансформируемые из плоскости (МАрХИ, авт. Н. А.

Сапрыкина и С. В. Листопад; 1 — 5 — варианты; *д* — то же, трансформируемая автобусная остановка (МАрХИ); *е* — то же, трансформируемое большое пролетное здание (МАрХИ); 1 — в сочетании с тентовыми конструкциями; 2 — в сочетании с пневматическими конструкциями; *ж* — пространственные структуры, трансформируемые из плоскости (арх. А. А. Кувшинов, МАрХИ); 1 — 9 — варианты



складок, представляющих собой плоские, цилиндрические или конические участки поверхности, лишенные ребер; *разрезные структуры* — плоские листы с надрезами, прорезами и отверстиями, используемые как ограждения или солнцезащитные экраны и т. д.; *складчатые структуры*, характеризующиеся наличием ребер, нарушающих гладкость поверхности (делятся на прямоскладчатые и кривоскладчатые).

В проектировании и строительстве наиболее распространены два последних типа. Причем, практический выход в архитектуру и строительство имеют два варианта. С одной стороны, использование трансформируемых кинематических структур для осуществления процесса адаптации к изменяемым условиям (рис. 54, *a*), а с другой, — применение принципов динамического моделирования для создания статичных полносборных архитектурно-конструктивных структур с возможностью их выполнения индустриальными методами производства на основе стандартизации первичного элемента (рис. 54, *б*) или для создания сборно-разборных зданий и сооружений, собираемых из первичных элементов или готовых частей здания из нескольких складчатых элементов (рис. 54, *в*).

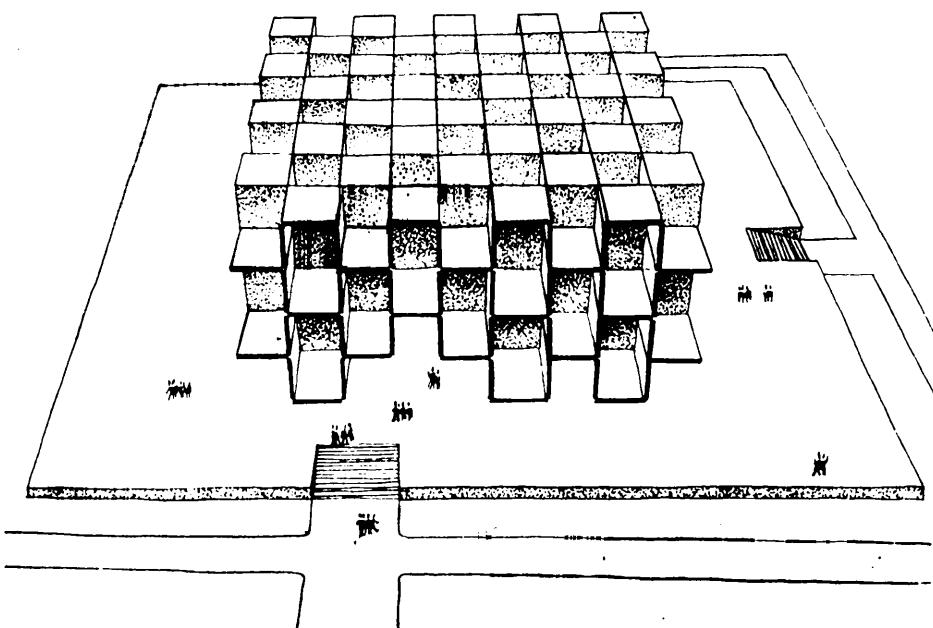
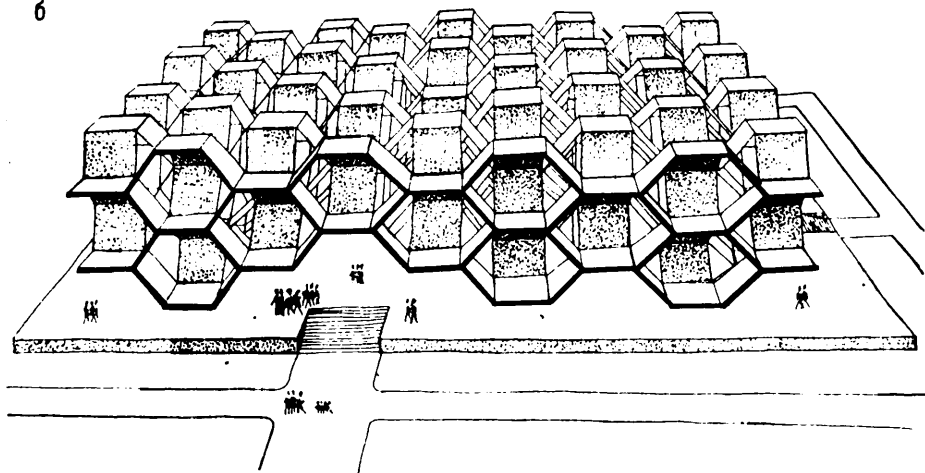
В связи с этим складчатые структуры в большинстве случаев и были созданы согласно второму варианту использования, что не представляет особого интереса в рамках рассматриваемой проблемы. Исследованию вопросов разработки и создания складчатых структур как специального направления посвящены многочисленные

научные работы [8, 9, 33, 37, 39, 84, 98, 99 и др.].

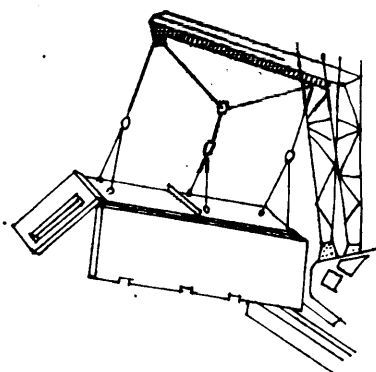
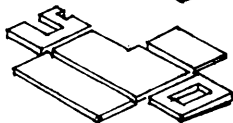
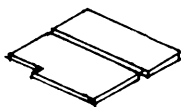
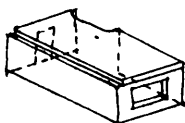
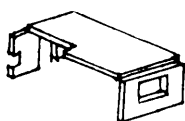
Для различных функциональных целей может служить кинематическая структура из плоских модульных элементов прямоугольной формы, которая трансформируется из плоскости в трехмерную структуру с различной конфигурацией образованных пространств (рис. 55, *a, б*). Такой способ позволяет, подготовив плоский пакет из скрепленных в определенном порядке модульных элементов и закрепив необходимые тросы к лебедке, создавать так называемые *самовозводящиеся* структуры и здания из них довольно большой этажности. Этот способ частично используется при монтаже 11-этажных общественных зданий в г. Окленде, США. На горизонтальной площадке скрепляются плоские элементы объемного блока. После поднятия краном плиты перекрытия расположенные вокруг нее панели опускаются и занимают вертикальное проектное положение (рис. 55, *в*), образуя после их скрепления болтами жесткую пространственную конструкцию.

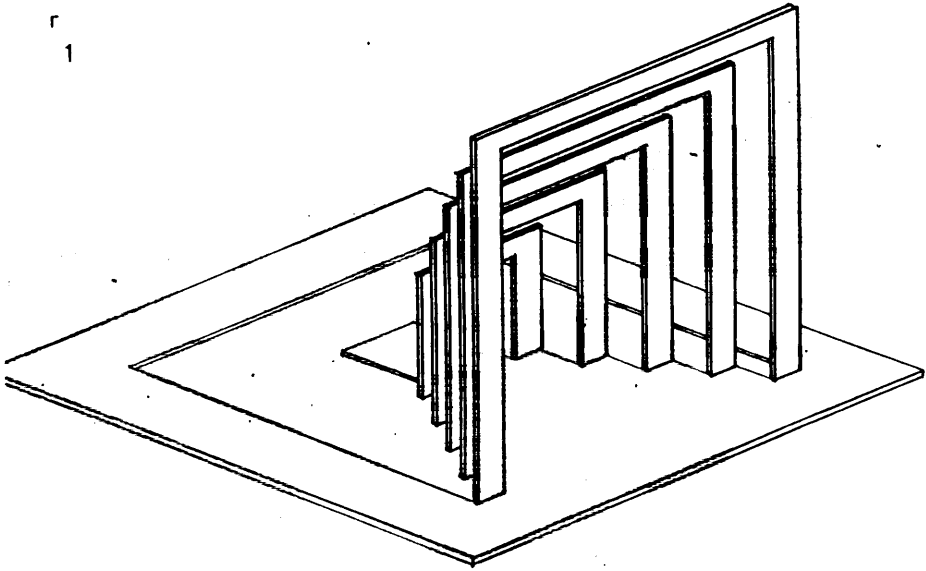
Совершенно очевидно, что способ трансформации из плоскости дает широкие возможности для программированного формообразования в архитектуре. Эта специальная проблема в

6

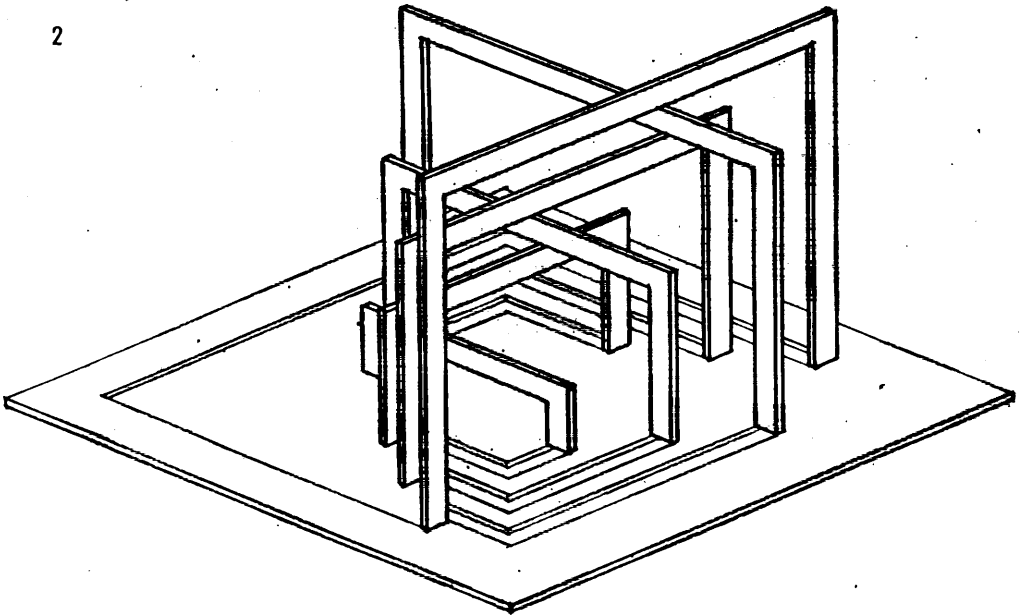


B



г
1

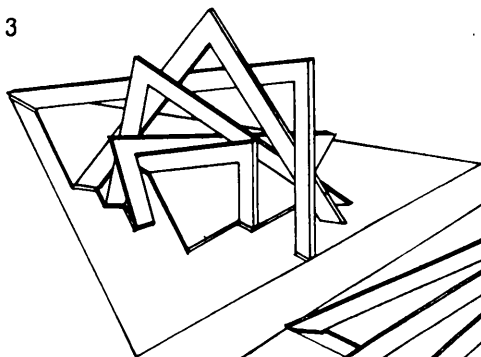
2



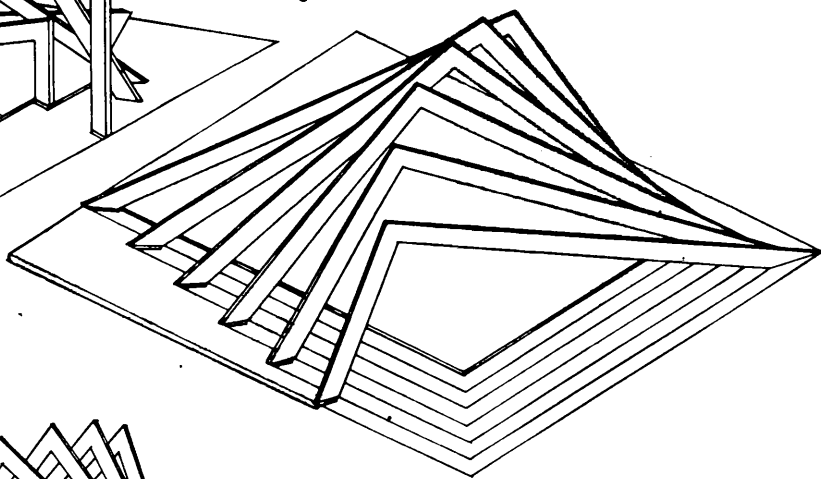
теории архитектуры, имеющая массу примеров ее решения как исторических, так и современных, расширяет возможности комбинаторного формообразования и системного конструирования. Один из таких способов — со-

здание программы для ряда структурных форм, где важными параметрами являются принцип структурного построения формы элементов структуры и принцип преобразований плоских структур в пространственные.

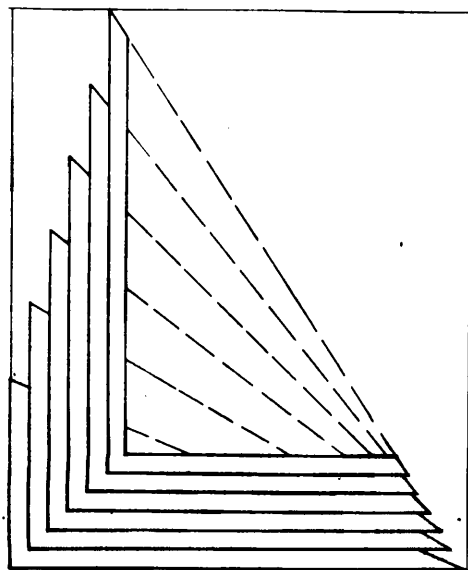
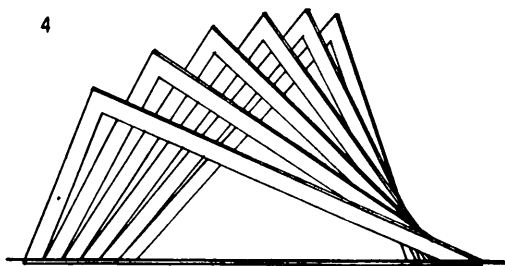
3



5

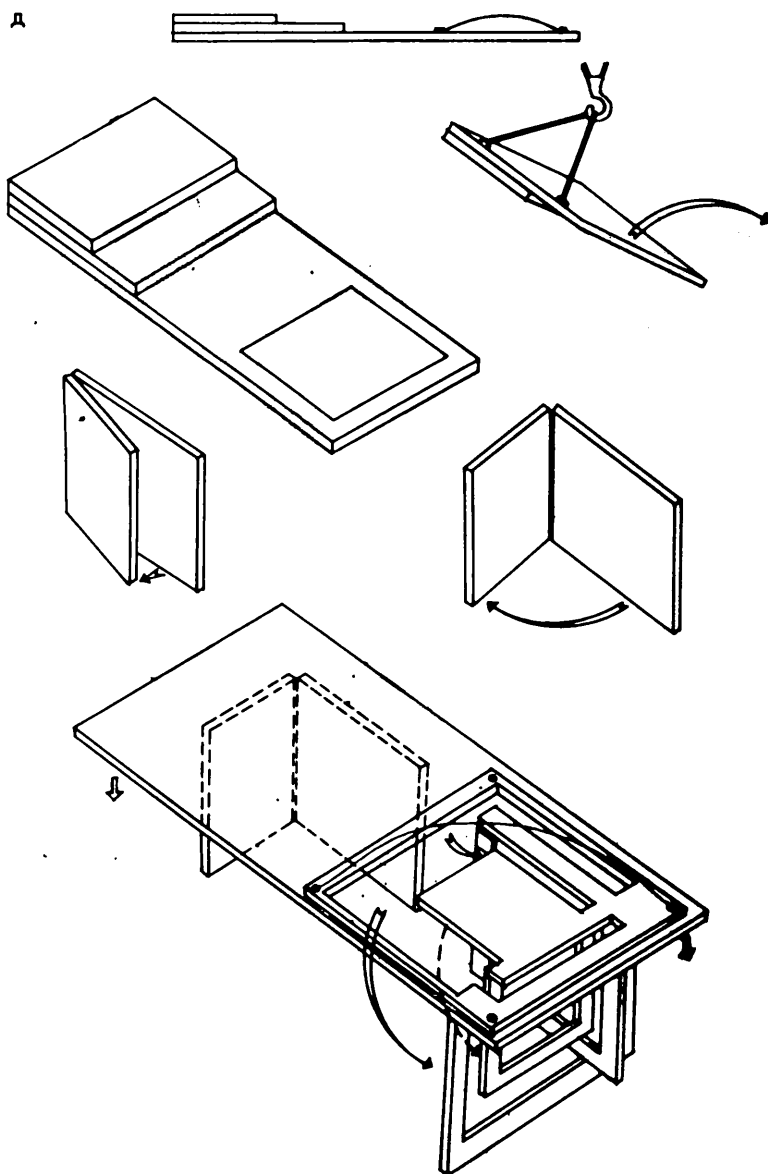


4



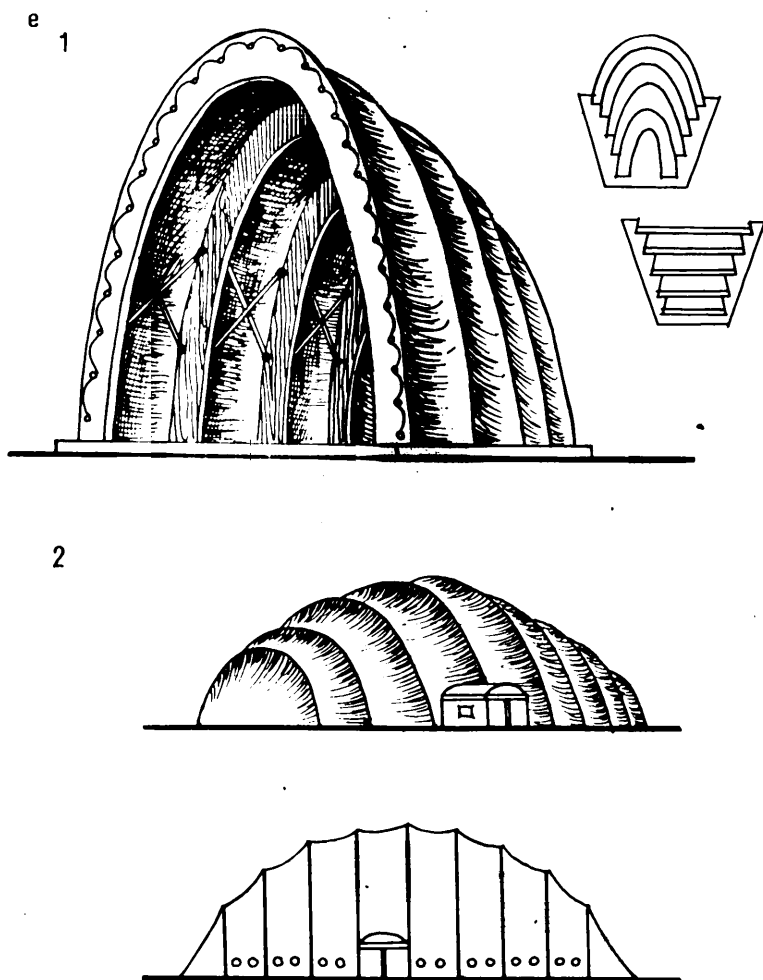
В своих пространственных композициях из серии "Подобные фигуры" А. М. Родченко использовал как закономерные, так и свободные преобразования, которые в целом можно отнести к комбинаторным. Принцип структурного построения основан им на создании подобных фигур, имеющих общий центр симметрии.

По этому принципу в МАРХИ разработали серию трансформируемых пространственных структур из плоскости, которые впоследствии могут служить каркасом для зданий и сооружений различного назначения (рис. 55, з). В транспортном положении структура представляет собой систему плоских элементов, сложенных один к другому и образующих общую, как бы "нарезанную" в определенном порядке, плоскость.



Форма элементов может быть различной: арки, прямоугольные или треугольные рамы и тому подобные фигуры, концы которых шарнирно прикреплены к плоскому основанию в определенной системе. Путем подъема подобных фигур и фиксации их в заданном положении

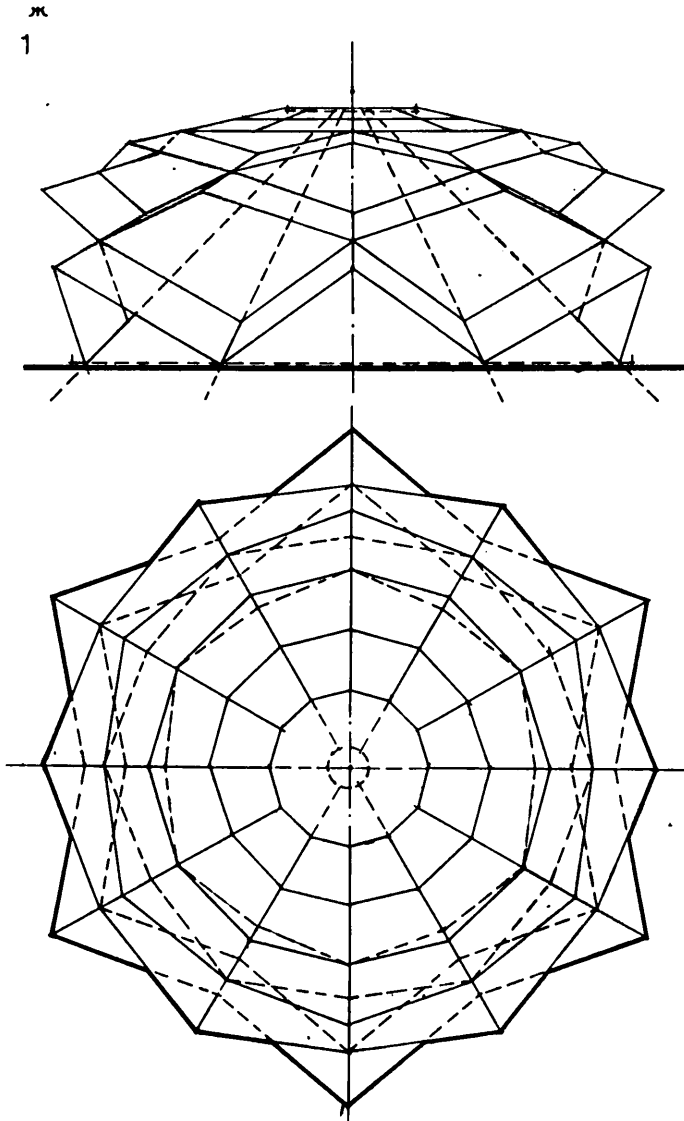
образуется пространственная структура, позволяющая организовать пространства, которые могут служить для различных целей в зависимости от масштаба разворачиваемой структуры: элемент мебели или оборудования, перегородка или скульптура в интерьере,



торговый павильон, теневой навес или каркас для большепролетных временных зданий (склады, стадионы и др.).

Такие трансформируемые из плоскости пространственные структуры имеют принцип структурного построения, основанный на создании подобных фигур с общим центром симметрии. Использование этого принципа позволяет для экономии при "раскрое" материала плоскости повысить заводскую готовность здания и в то же время увеличить его транспортабельность. Так, в проекте трансформируемой автобусной оста-

новки (рис. 55, д) изготовление элементов конструкции производится на заводе-изготовителе и комплект панелей монтируется на месте путем их взаимного разворота. Жесткость конструкции обеспечивается фиксацией распорок между рамами, после чего осуществляется разворот оборудования (скамьи). В результате образуется крытое пространство, которое может служить временной защитой от непогоды. Тому же функциональному назначению отвечают трансформируемые из плоскости складские помещения (рис. 55, е—л),

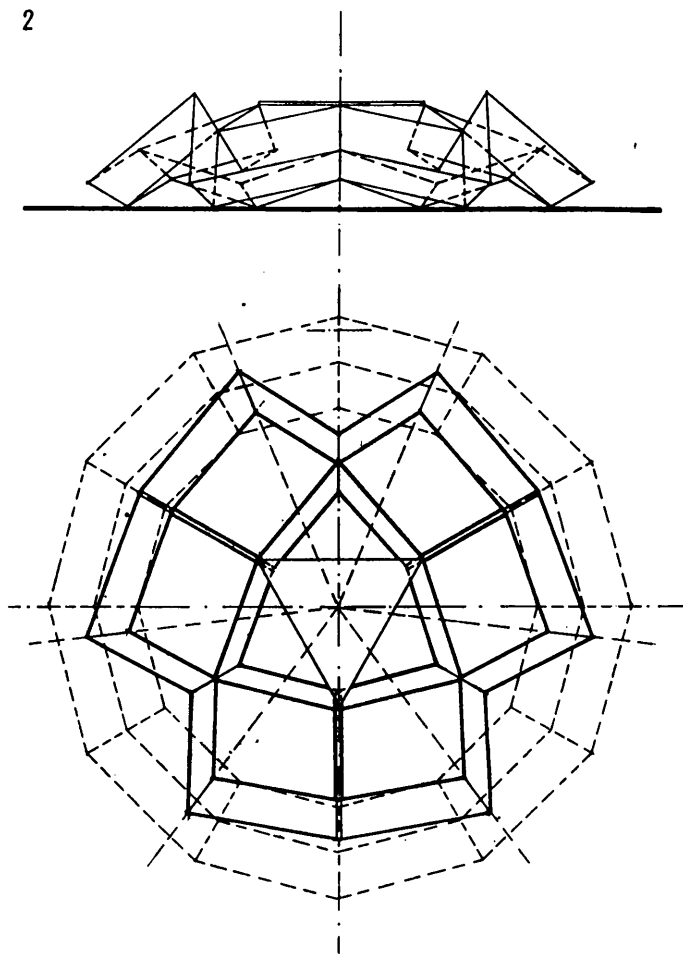


образуемое однопролетное пространство можно применять и для других целей: выставочный павильон, спортивные залы и другие общественные здания (рис. 55, ж).

Рамки использования принципов кинематической трансформации не ограничиваются рассмотренными способами. Форма трансформируемых зда-

ний из плоских элементов в сочетании с надувными и пневматическими может быть определена выкройкой пластичного материала или положением ограничительных тросов (рис. 55, е—2). Возможно также применение жестких поверхностей из материала, который становится пластичным и изменяет свою форму при нагревании или под

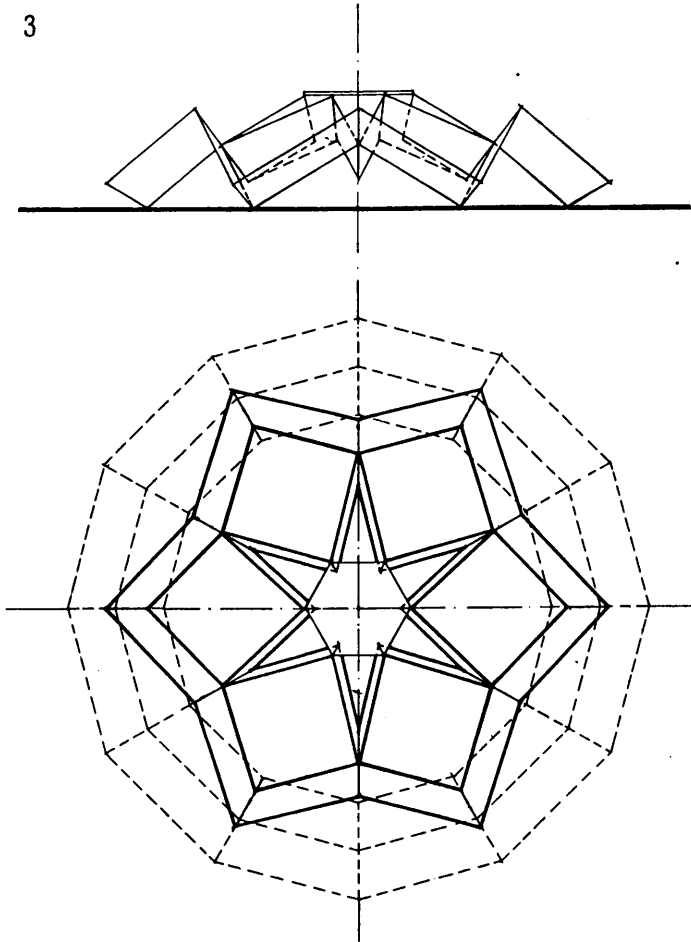
2



воздействием химикатов (что, конечно, является предметом будущих разработок в области архитектурного материаловедения). Очевидно, что всестороннее исследование разнообразных структурных трансформаций из плоскости открывает перед архитекторами, дизайнерами и художниками широкие возможности творческого поиска.

В соответствии с возможностью пакетирования здания в связи с транспортированием и установкой его на новом месте рассматриваемый способ может применяться при разработке легко складывающихся, компактных при перевозке самовозводящихся зданий. По-

мимо этого кинематические структуры, трансформируемые из плоскости, могут использоваться для повседневного, регулярного и периодического изменения и преобразования планировки и пространства архитектурных объектов в соответствии с требованиями функциональных процессов. Очевидно, что при эксплуатации таких структур потребуется включение в их композицию собственных ЭВМ, где автоматически производятся необходимые изменения. Это позволит так механизировать движение различных шарнирно соединенных между собой элементов, что сборка здания фактически будет произведена пу-

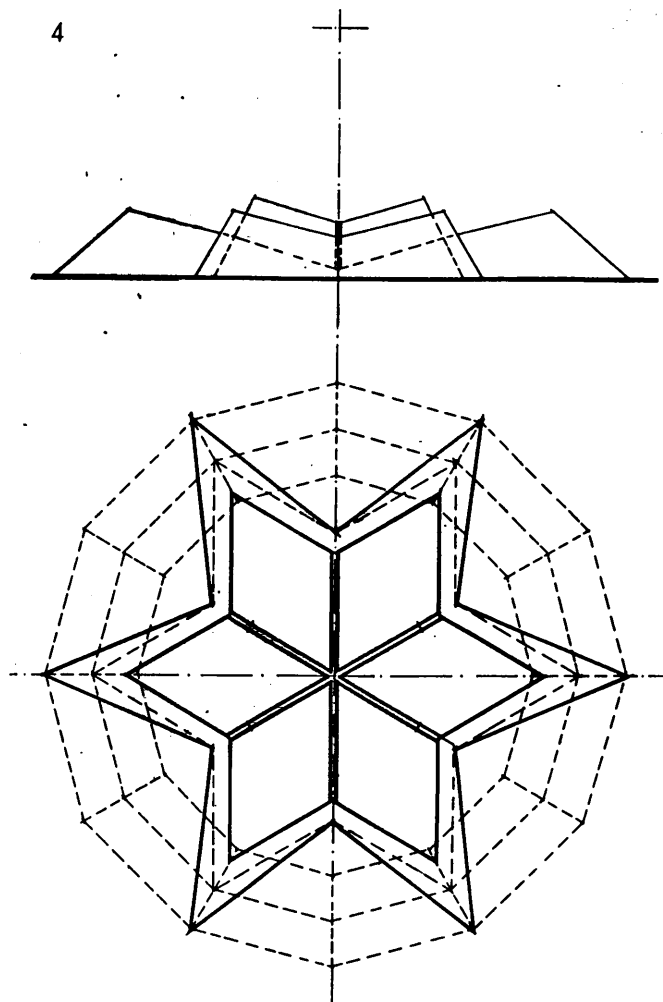


тем простого нажатия кнопки.

Аналогичное техническое оснащение необходимо и для шарнирных *стержневых* кинематических структур, которые, являясь переходным классом от жестких структур к гибким, по характеру комбинируемых составных элементов подразделяются на: нитестержневые (мембранно-стержневые), нитеобъемные (мембранно-объемные) и смешанные (состоящие из сочетания более двух разновидностей элементов). По характеру взаимосвязи и стабилизации жестких элементов стержневые системы бывают: с дискретным расположением жестких

элементов, с непрерывным расположением жестких элементов, а также сочетающими дискретное и непрерывное расположение жестких элементов [20].

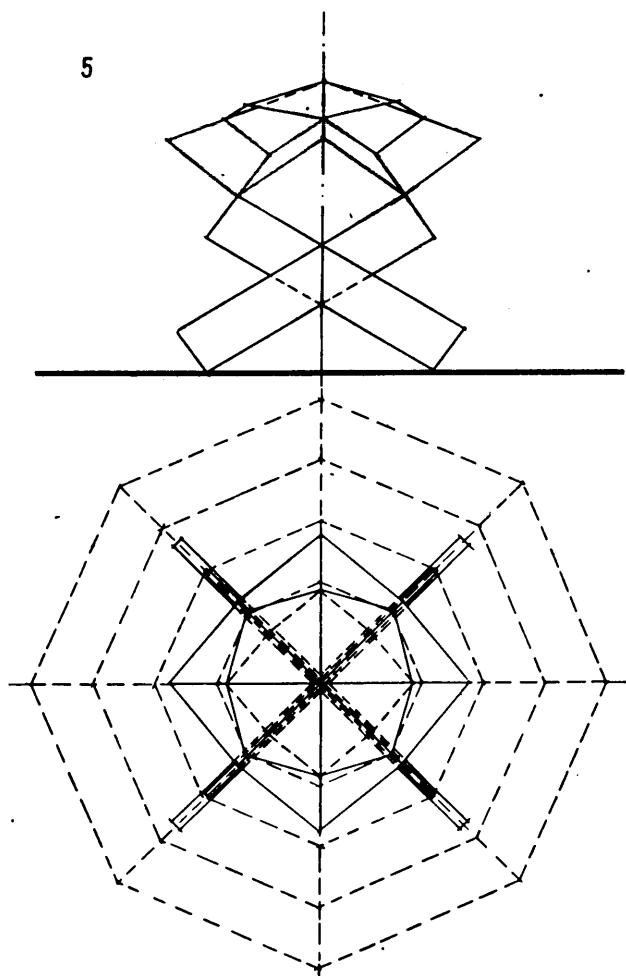
Пространственное размещение элементов таких структур может быть: центрическим (прохождение стержневых элементов через ось или центр симметрии), периферийным (распределение конструктивных элементов по периметру) и смешанным (распределение конструктивных элементов по всему объему). Это определяет композиционную организацию конструктивных элементов, которая для центрических



фигур будет радиально-лучевой (пучки конструктивных элементов сходятся в узлах, пересекаются или скрещиваются), а для периферийных систем — контурной (состоящей из замкнутых или разомкнутых рам с шарнирами или без них. Для всех типов пространственного расположения стержневых элементов возможна их звездчатая композиционная организация, где конструктивные элементы объединяются в непрерывные либо разорванные звезды [20].

В практике проектирования и создания шарнирных стержневых структур

встречаются структуры со статически неопределенной схемой с избыточным числом связей, где при выполнении части элементов гибкими в конструкции появляется подвижность (вплоть до превращения ее в кинематическую цепь), а также структуры с плоской или пространственной кинематической цепью с недостаточным числом связей, где в случае абсолютной жесткости ее звеньев допускаются лишь бесконечно малые перемещения. Последнему типу уделяется большее внимание исследователями и практиками в связи с его



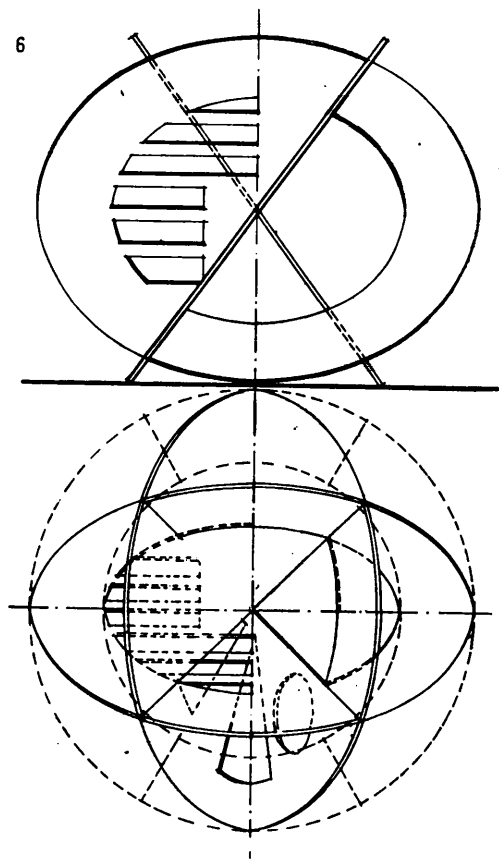
большей стабильностью.

Изменение формы архитектурных объектов путем трансформации удалением фиксирующих связей, обеспечивающих геометрическую неизменяемость, интересовало многих теоретиков и практиков в области архитектуры и дизайна. Известны работы Б. Фуллера (США) — сфера "тензил — интегрита", Д. Ж. Эммериха (Франция) — композиция самонапряженной структуры, К. Снельсона (США) — структуры с непрерывным растяжением и прерывным сжатием (рис. 56, а) и др. В нашей стране

эта проблема интересовала архитекторов еще в 20-е гг., в частности И. Леонидова, а более углубленно ею стали заниматься в 60-е гг. МАрхИ, НИИТИ (впоследствии ЦНИИТИА, ВНИИТАГ), ЛенЗНИИЭП и др. (рис. 56, б).

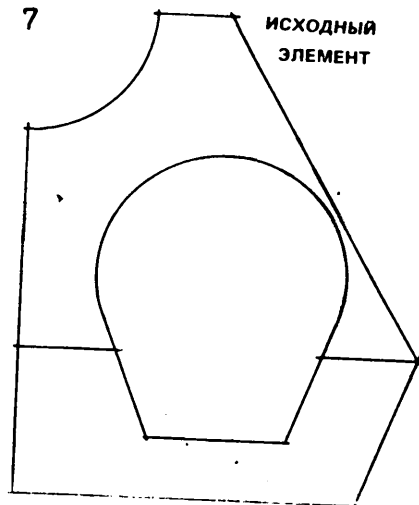
При проектировании таких систем по существу принимается требование кинематической неизменяемости, для чего необходим специальный подбор координат узлов. Особенность таких систем состоит в том, что формально они представляют собой кинематические цепи с большим числом степеней

6

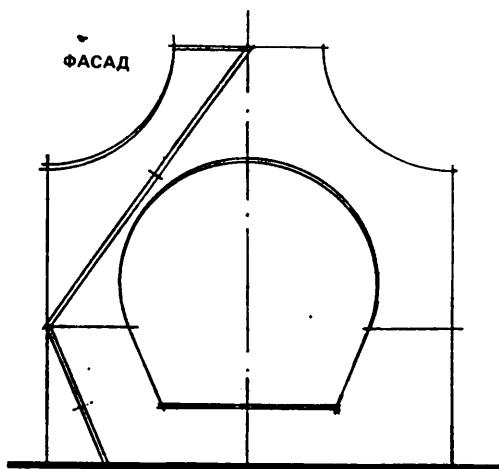


свободы, но благодаря особому подбору геометрических параметров обладают лишь бесконечно малой подвижностью. Помимо этого для определенного вида конструктивных решений рациональна трансформация за счет изъятия некоторого числа гибких межпоясных связей или трансформация систем с дискретным сжатием (возможны два варианта: перераспределение отрезков вант, расположенных между узлами в структуре, и перераспределение длин стержней в данной структуре вант). Это позволяет создавать конструкции переменной формы с сохранением несущей способности конструкции на всем протяжении ее трансформации и в то же время дает возможность компактной упаковки и "самовозведения" конструкции из ком-

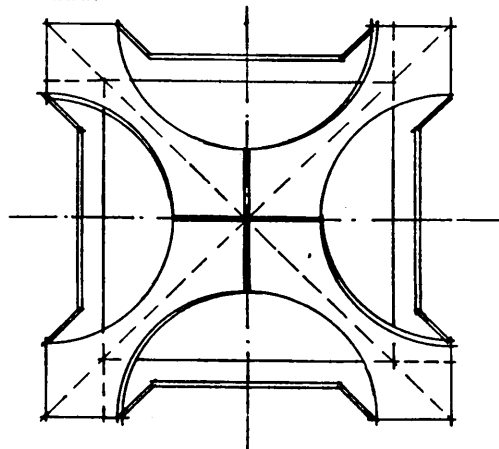
7

ИСХОДНЫЙ
ЭЛЕМЕНТ

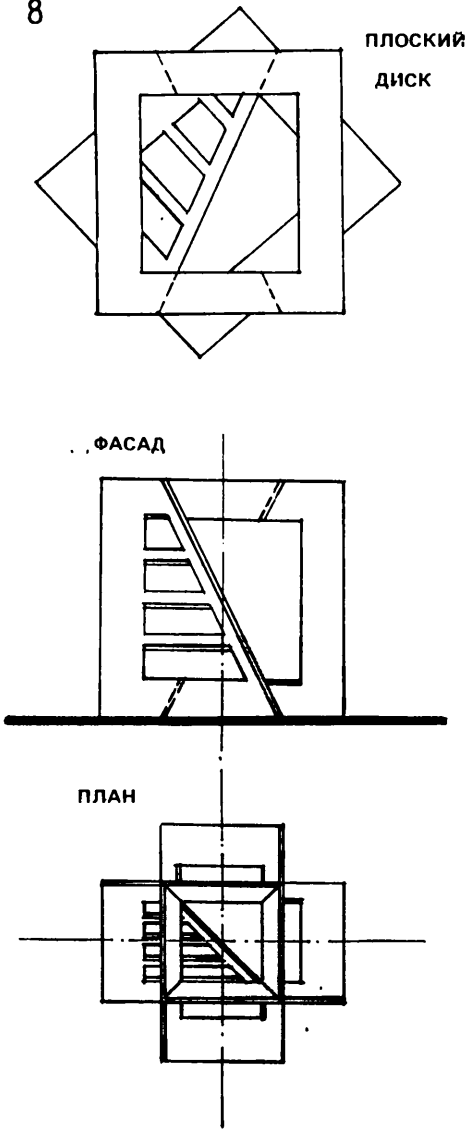
ФАСАД



ПЛАН



8



пактного состояния в проектное.

К самовозводимым и самонапрягаемым пластичным покрытиям из жестких элементов относятся и шарнирно-стержневые конструкции, разработанные в лаборатории архитектурной бионики ЦНИИТИА (авторы Ю. С. Лебедев и В. В. Тишин). В шарнирно-стержневых системах мгновенно-жест-

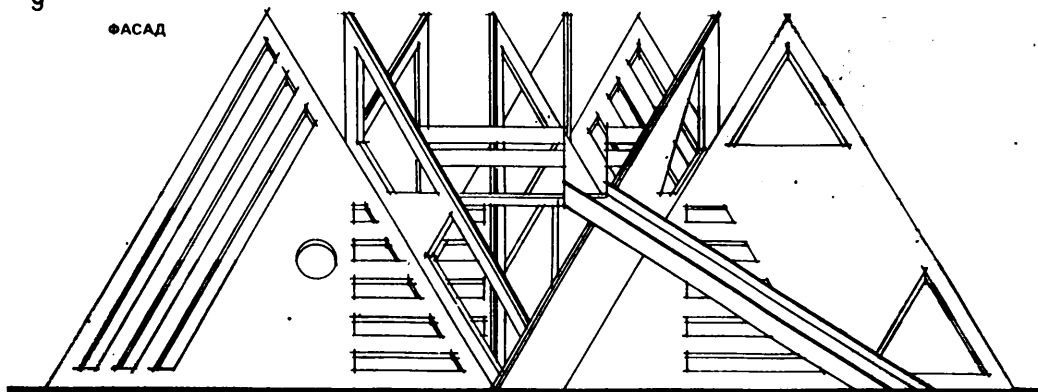
кого типа работа конструкции обеспечивается предварительным натяжением системы. Такие самонапрягающиеся конструкции, состоящие из редко расположенных балок или реек, скрепленных специальными гибкими поперечными связями (вантами), могут приобретать различные пространственные криволинейные формы, фиксируемые в жесткое устойчивое положение специальным натяжением вант. В зависимости от размеров (по секциям или целиком) их можно транспортировать в сложенном, компактном состоянии и монтировать на месте возведения, а также демонтировать, что допускает их многократное использование.

Такие конструкции могут приобретать различные формы без введения новых конструктивных элементов. Это расширяет диапазон их функционального назначения: от кинематической скульптуры, декоративного оформления интерьеров, архитектуры малых форм до большепролетных зданий — стадионов, выставочных павильонов, кафе, ресторанов, манежей, складских помещений, оранжерей и т. п. (рис. 56, в). Причем такие структуры могут быть статическими и динамическими (трансформируемыми), что дает возможность их использовать для создания как капитальных, так и временных зданий и сооружений. Это в свою очередь позволяет выделить два аспекта дальнейших исследований: с одной стороны, поиск рациональных структур с точки зрения статики, конструирования и экономики, а с другой, — выявление образных характеристик конструктивной системы, связанных с кинематической пластикой, что связано с проблемой психофизиологического восприятия таких систем.

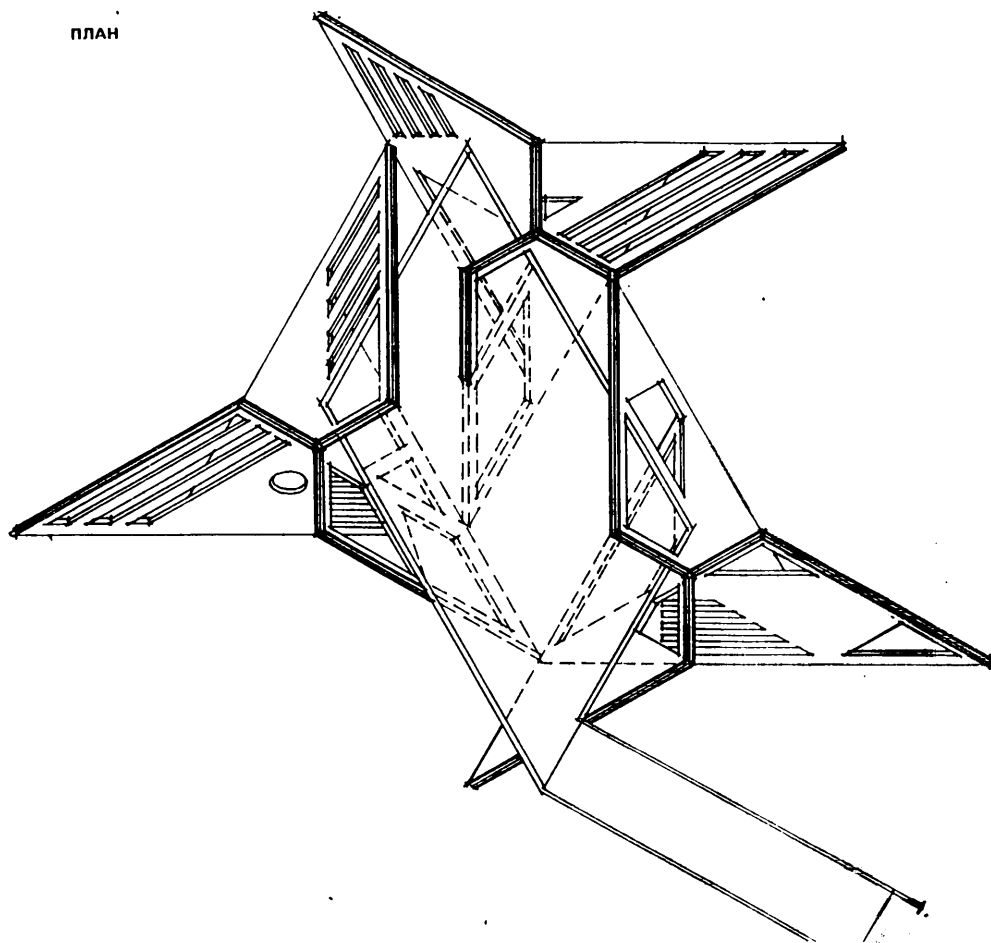
Использование вантово-стержневых, вантово-плоскостных и вантово-объемных типов рассматриваемых конструкций дает богатое разнообразие вариантов структур и форм, которые могут развиваться в зависимости от практических методов геометрического построения (изъятием некоторого числа

9

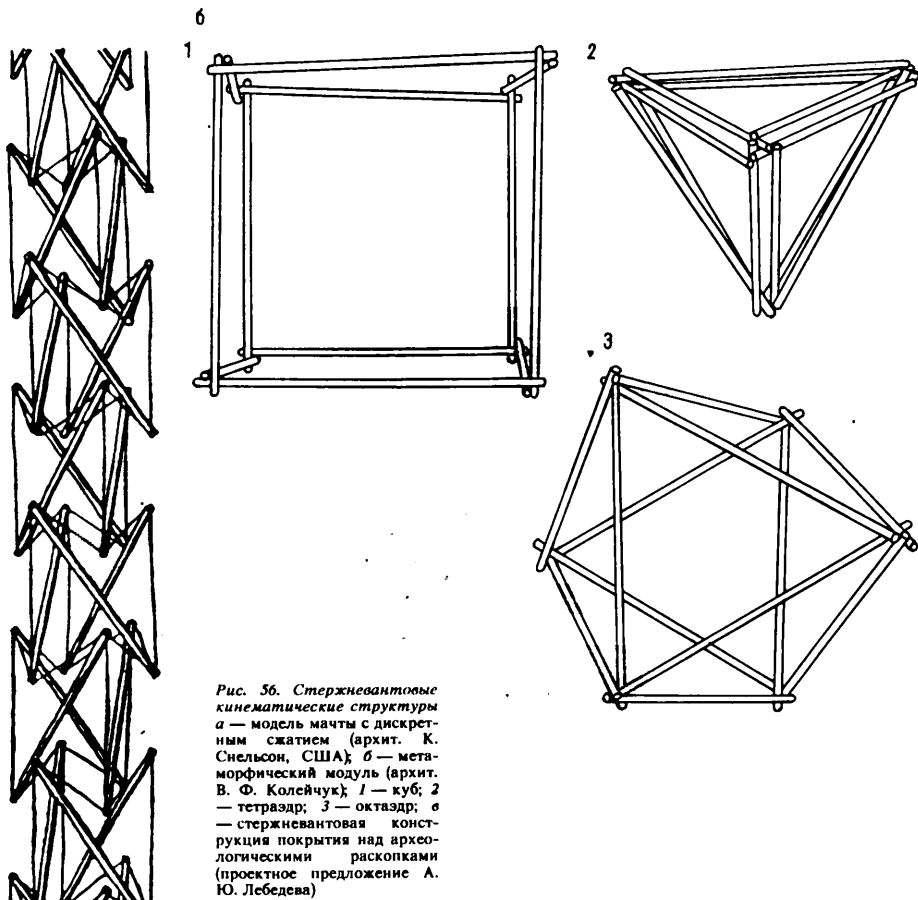
ФАСАД



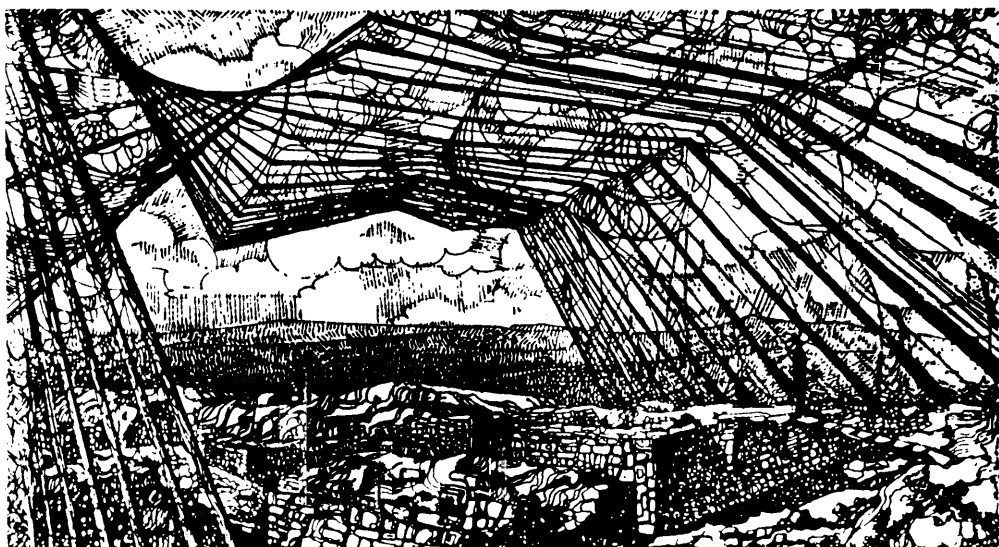
ПЛАН



а



в



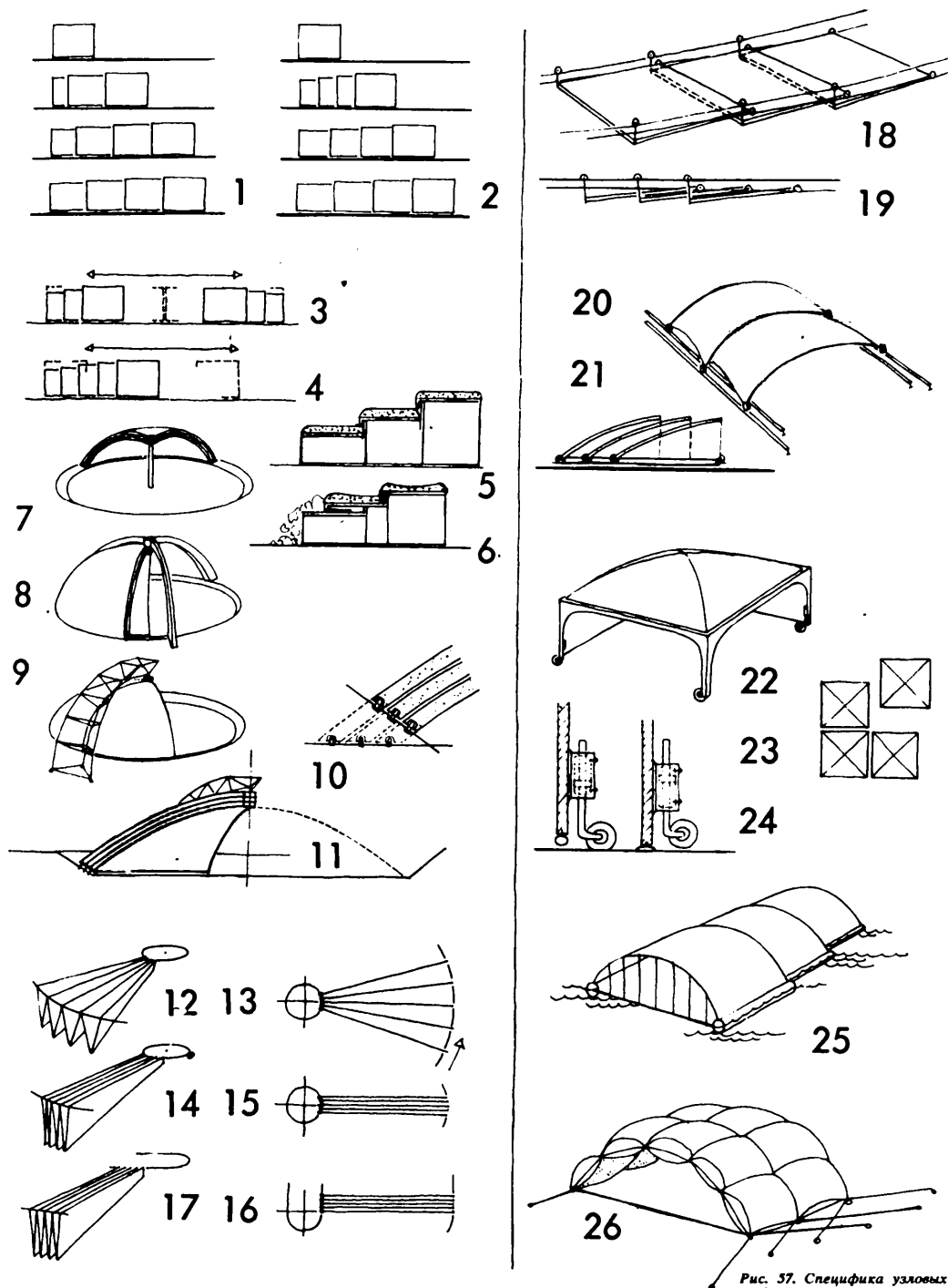
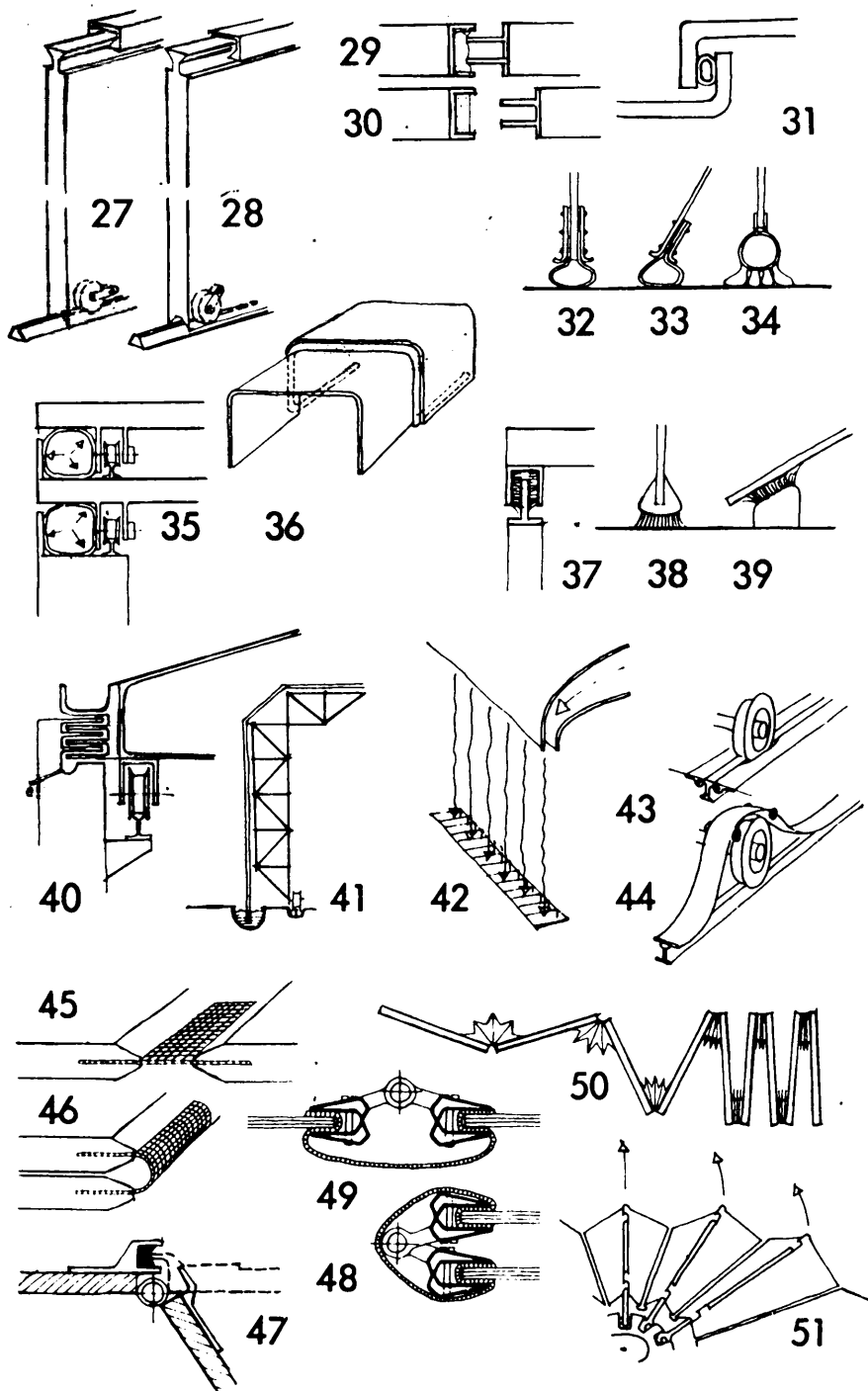


Рис. 37. Специфика узловых соединений жестких кинематических систем



гибких связей в системе, созданием систем с изменяющейся по форме и кривизне поверхностью и созданием самовозводящихся систем), а также в зависимости от математических методов построения, реализуемых с помощью ЭВМ. Это позволяет учитывать высокие комбинаторные свойства шарнирных вантово-стержневых пространственных конструкций, свободно оперировать ими в создании разнообразных форм как статических, так и динамических.

Необходимо отметить, что при реализации проектов с жесткими кинематическими системами возникает ряд проблем. Так, при телескопическом способе трансформации, если все движущиеся части выдвигаются одновременно, то очевидно, что каждая часть, самостоятельно перемещаясь, будет иметь различную скорость (рис. 57, 1). В противном случае выдвигается одна часть и "тащит" за собой другие (2). При одинаковых максимальных скоростях время передвижения, конечно, одинаково. Если подвижные части выдвигаются в две стороны (3), то при одинаковой скорости время передвижения короче, чем при движении в одну сторону (4). Для того, чтобы такую кровлю, например здания катка, можно было раскрывать при снегопаде, необходимо части крыши соответственно сделать ступенчатыми (5), тогда снег не будет мешать процессу трансформации (6).

При центрально-циркульном движении в процессе трансформации перемещаемые конструкции могут непосредственно опираться на стойку (7), если позволяет план. Чтобы план был свободным, используют радиально расположенные рамы (8) или пространственную наружную стойку (9). Если циркульно движущиеся секторы имеют скорлупообразную форму, то плоскость, на которой находятся направляющие рельсы, может быть наклонной, чтобы рельсы получали вертикальную нагрузку (9, 10).

Циркульно двигаясь, складчатая кровля, трансформируясь, может обра-

зовывать пакет сегментной формы (12, 13). Если же складывающиеся части закреплены шарнирно, то могут прилегать друг к другу параллельно (14, 15) и двигаться по прямым рельсам (16, 17).

Жесткие кинематические системы могут передвигаться разными способами: на канатах (18, 19), на рельсах (20, 21), по ровной плоскости на резиновых шинах (22, 23), которые стабилизируются специальными устройствами (24). Плавающие части кровли могут одновременно и свободно передвигаться, оставаясь водонепроницаемыми (25). Точно так же они могут парить в воздухе или иметь летающие (подъемный винт) изменяемые части кровли (26).

Для изменяемых частей используются те же герметичные пазы, как и при раздвигающихся окнах (27, 28). Стыки уплотняются с помощью пенорезиновых уплотнителей (29, 30) или резиновыми профилями (31 — 34). Эластичные пустотелые профили с изменяемым внутренним давлением позволяют плотно закрывать стыки и держать детали (35). Они могут плотно закрывать идвигающиеся части здания (36). Густые щетки имеют достаточную длину и густоту (37 — 39), как и лабиринтообразное уплотнение (40), однако, при этом возможны только небольшие допуски. В данном случае применяется способ погружения (41), но в некоторых случаях можно использовать ограждение воздушным потоком (42). Роликовые колеса могут быть накрыты (43, 44).

Так как трансформируемые части жестких кинематических систем должны быть подвижны и соединены между собой, то проще всего использовать эластичные узлы соединения (45, 46). Применяют также шарнирные защелкивающиеся соединения (47) или закрывают трансформационный узел неопреновыми лентами (48, 49). Пневматические меха позволяют объединять кожух, уплотнение и привод (50). Узлы скатывающихся к центру жестких конструкций должны быть дополнены складывающимися сгибами, позволяющими поднимать конструкцию вверх (51).

2.2.3. Гибкие кинематические структуры

К гибким кинематическим структурам относятся те, у которых трансформируемые ограждающие и несущие конструкции выполнены из гибких элементов (возможны также случаи выполнения несущих направляющих конструкций из жестких линейных элементов). В свою очередь такие системы делятся на два типа: гибкие *со стационарно стоящими* несущими конструктивными элементами и конструкциями (двигаются только гибкие элементы); гибкие *с подвижными* несущими конструкциями, которые двигаются вместе с гибкими.

При трансформации таких конструкций и их элементов используются следующие способы изменения формы: трансформация *сборкой* (мягкие складки) — производится путем перемещения в одну точку или по одной линии гибкой свободно висящей мембраны, закрепленной в определенных местах к роликам, скользящим по висячему тросу или шесту; трансформация *скатыванием* (завертывание) — производится последовательное совмещение элементов путем скручивания плоскости мембраны вокруг оси вращения, по мере удаления от которой кривизна слоев пакета уменьшается.

Эти способы относятся к первому типу конструктивных систем со стационарными несущими конструкциями и движущимися гибкими элементами. Для второго типа, где подвижны в основном жесткие несущие конструкции и гибкие элементы, используются те же способы изменения формы, что и для жестких кинематических систем: трансформация *сдвижкой* (откатыванием) — производится путем перемещения подвижных несущих конструкций, к которым прикреплены гибкие элементы; трансформация *вращением* и *складыванием* — производится путем поворачивания несущих элементов каркаса с прикрепленными к нему гибкими элементами вокруг горизонтальной или вертикальной оси. Сюда можно отнести

также такой способ изменения формы, как трансформация удалением связей, который представляет собой комбинацию между жесткими и гибкими кинематическими структурами.

В соответствии с геометрическими параметрами, которые являются основными формообразующими признаками, главными типобразующими элементами кинематических гибких структур можно назвать: линейные (нити, тросы, ванты), плоскостные (ткани, планки, сетки), объемные (пневматические). Аналогично жестким кинематическим структурам линейные и плоскостные являются элементами общей конструкции в сочетании с другими типами элементов, а объемные могут быть как элементами конструкции, так и образовывать цельную конструкцию.

Перечисленные способы изменения формы гибких кинематических систем дают массу комбинационных сочетаний. Поэтому рассмотрение опыта проектирования и строительства гибких кинематических систем целесообразно провести в соответствии с основными направлениями движения в процессе трансформации (параллельное, центрально-периферическое и циркульное) и в зависимости от несущих конструкций.

Кинематические гибкие структуры со стационарными несущими конструкциями. При *параллельном* движении в процессе трансформации гибких кинематических структур со стационарными несущими конструкциями большое значение имеет их тип (гибкие канаты или жесткие стержни или балки) и форма. Кроме этого, важны форма гибких мембран и способ их сочленения с несущими конструкциями. В зависимости от этого они могут иметь параллельную, трапециевидную или иную форму (рис. 58).

Один из ранних примеров рассматриваемого типа конструкций — проект театра на открытом воздухе в Штутгарте, Германия (архитекторы Ф. Отто, Л. Штронайер, 1958 г.). Овальное в плане здание площадью 3700 м² (длина 76,4 м, ширина 60,8 м) перекрыто натянутой системой канатов, образующих сетку,

которая опирается на вертикальную арку, расположенную на поперечной оси овала. В продольном направлении сетка состоит из тонких металлических полозьев, на которые навешаны ролики. Мембрана покрытия, прикрепленная к роликам, собирается с обеих сторон к вершине арки, что позволяет варьировать открываемое пространство. Благодаря натяжению сетки в разные стороны невозможен наклон несущей арки.

В 1962 г. в замке Порция (Австрия) было сооружено трансформируемое гибкое покрытие площадью 263 м^2 ($13 \times 22,5 \text{ м}$). Прямоугольный двор замка, используемый как театр на открытом воздухе, перекрывается гибким покрытием из полотна, висющим на девяти вантах толщиной 9 мм, по которым скользят ролики, прикрепленные к полотну покрытия через 1 м. Трансформация осуществляется с помощью одного мотора мощностью 2 л.с.

Аналогично решен проект трансформируемого покрытия над катком с искусственным льдом в г. Виларс, Швейцария (архит. Ф. Тшуми, 1963 г.). Гибкое полотняное покрытие площадью 1800 м^2 ($60 \times 30 \text{ м}$), трансформируемое со скоростью 0,2 м/с, натянуто над ледовым полем на 11 мачтах с каждой стороны поля и движется соответственно по 11 канатам. Предназначенное не только для защиты от дождя и снега, но и от солнечных лучей, покрытие состоит из двух частей, что позволяет трансформировать его от середины к периферии, варьируя открывание покрытия в зависимости от необходимых условий эксплуатации.

Другой пример параллельного движения мембраны по криволинейным консолям над трибунами — проект театра под открытым небом в г. Хеппенхайме (Германия), 1964 г. Перекрывающая площадь покрытия 550 м^2 ($48 \times 20 \text{ м}$). По семи направляющим консолям двигаются ролики, к которым прикреплено гибкое полотно покрытия, в сложном состоянии оно находится в специальном отсеке у задней стороны три-

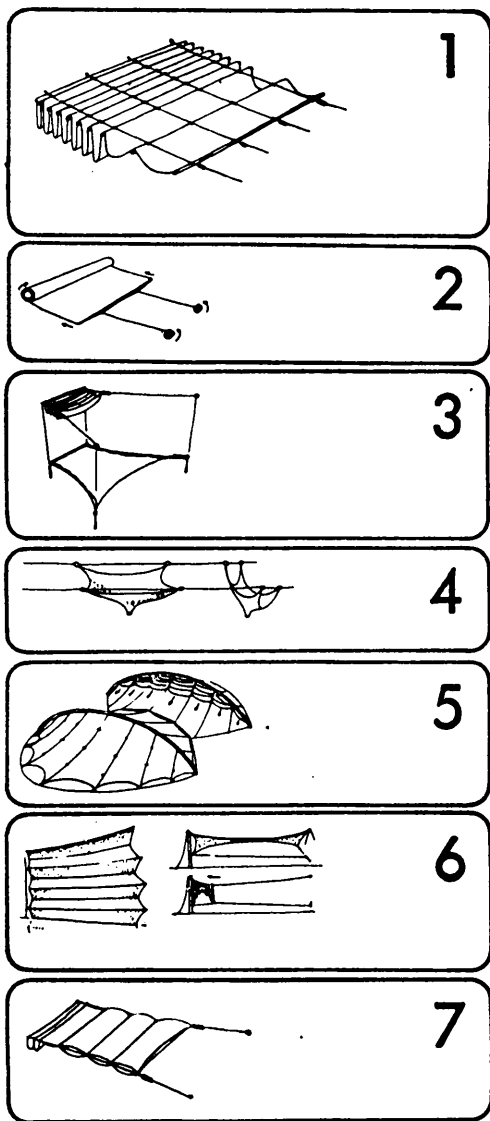


Рис. 58. Виды форм мембран при параллельном движении со стационарными несущими конструкциями [107]
1 — прямоугольная собирающаяся; 2 — прямоугольная

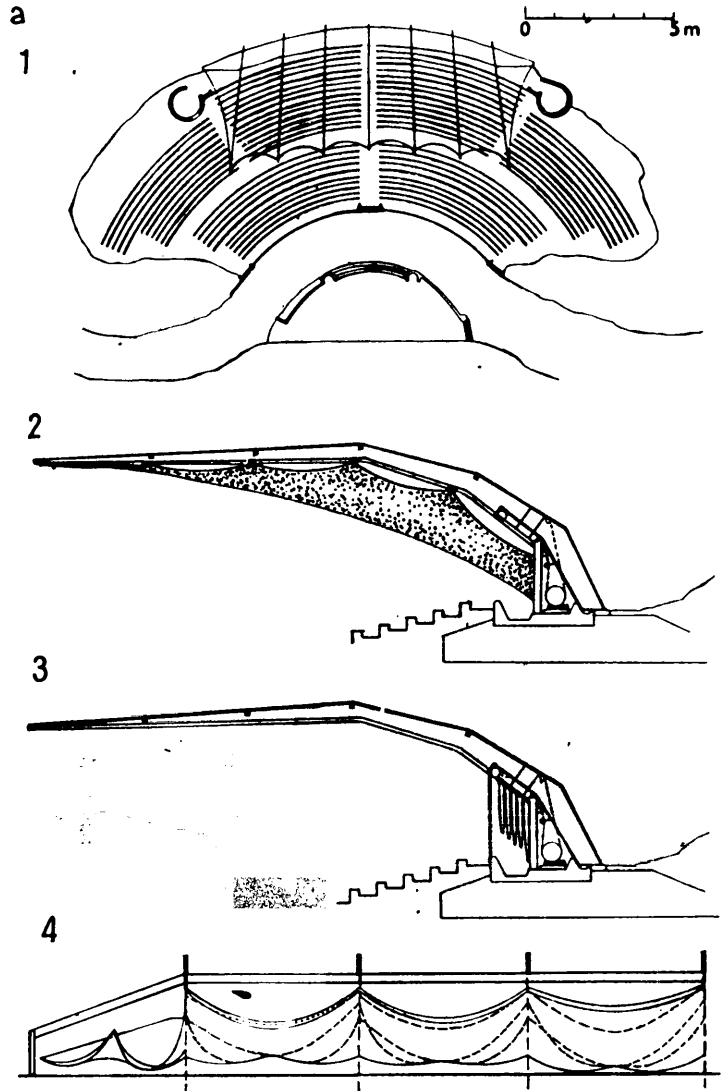
скатывающаяся; 3 — трапециевидная; 4 — подвешенная с грузом в определенном месте; 5 — седлообразная; 6 — волнообразная с двумя ребрами и желобками; 7 — пневматическая

бун (рис. 59, а).

Английскими студентами разработан проект трансформируемого навеса площадью 840 м^2 ($60 \times 14 \text{ м}$) над трибунами велотрека (Г. Минке, Р. Д. Ундер-

Рис. 59. Кинематические гибкие структуры со стационарными несущими конструкциями при параллельном движении (с. 139 — 144)

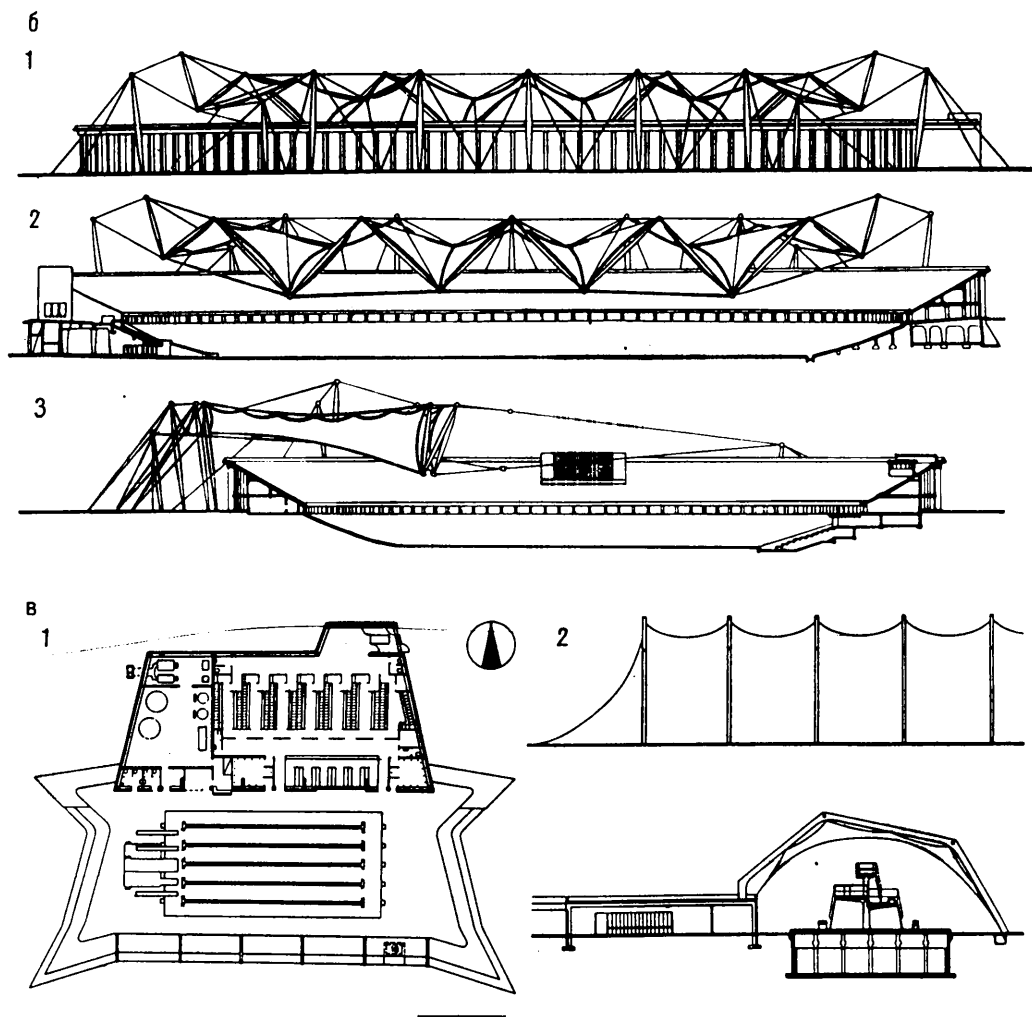
а — проект театра на открытом воздухе в Хеппенхайме (Германия, 1964 г.); 1 — план; 2, 3 — разрезы покрытия в развернутом и сложенном виде; 4 — фрагмент фасада покрытия; б — проект покрытия над трибунами олимпийского стадиона в Берлине (авторы Б. Ф. Ромберг, У. Родер, М. Лемброк, М. Пиатчек, 1970 г.); 1 — фасад; 2 — покрытие в развернутом состоянии, разрез; 3 — покрытие в процессе складывания, разрез; в — проект покрытия над бассейном общины (авт. Б. Ф. Ромберг, 1967 г.); 1 — план здания; 2 — разрезы; 3 — план и поперечный разрез трансформируемого покрытия; г — проект бассейна для любой погоды в Берлине (архитекторы Б. Ф. Ромберг, М. Пиатчек, М. Лемброк и К.-Г. Шульц, 1970 г.); 1 — план бассейна; 2 — фасад; 3, 4 — поперечный разрез покрытия в сложенном и разложенном состоянии; 5 — продольный разрез зала; б — бассейн в Унтерлюссе (Германия, архит. Б. Ф. Ромберг, 1970 г.); 1 — продольный разрез плавательного зала; 2 — поперечный разрез; 3 — продольный фасад; 4 — боковой фасад; 5 — план комплекса бассейна; б — аксонометрия; е — проект плавательного бассейна (восьмая премия французского конкурса "Изменяемые бассейны", 1969 г.), авторы Ю. Чардинер и А. Гюламила; ж — проект перекрытия внутреннего двора XVI в. в Вене, автор Герман Чех, 1970 г.; з — проект перекрытия над сценой театра в Бад-Херсфельде (Германия), архит. Б. Ф. Ромберг, продольный и поперечный разрезы, план



вуд, 1967 г.). Над прямоугольной трибуной натянуты вантовые фермы, по их нижним вантам движется прикрепленное к роликам гибкое полотно, которое состоит из двух половинок, раздвигающихся от центра к боковым сторонам.

Рассматриваемый тип покрытия применяется при создании спортивных сооружений. Так, проект олимпийского стадиона в Берлине, представленный на международном конкурсе 1970 г. (авто-

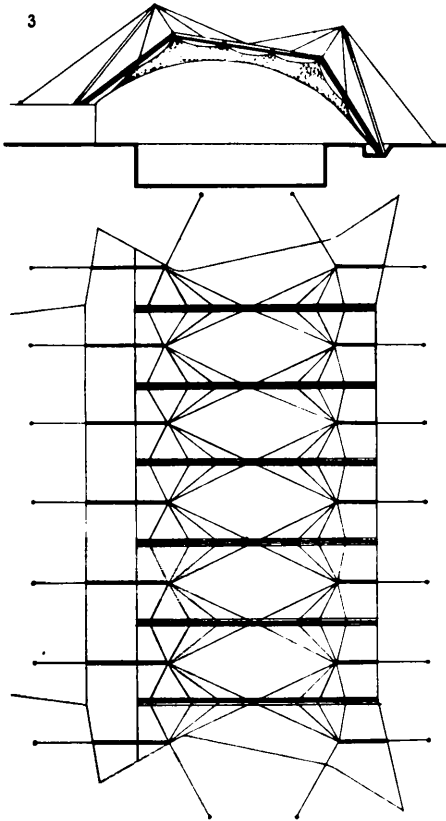
ры Б. Ф. Ромберг, У. Родер, М. Лемброк, М. Пиатчек), предусматривает трансформируемое гибкое покрытие над трибунами на 25 000 мест (рис. 59, б). Несущие конструкции образованы из стальных стоек, несущих канатов и вантов, по которым перемещаются ролики с гибким покрытием. Полотно покрытия площадью 11 000 м² (220×80 м) состоит из 10 соединенных между собой отдельных плоскостей, которые образу-



ют волнообразную структуру из-за расположения канатов по желобкам и ребрам. Покрытие трансформируется за 10 мин с помощью электромотора путем собирания гибких элементов у задней стороны трибуны.

В практике проектирования спортивных сооружений гибкие трансформируемые покрытия с параллельным движением используются не только как солнцезащитные устройства, но и как покрытия от осадков и ветра, полностью перекрывая все пространство здания. Так, в проекте бассейна для общи-

ны (автор Б. Ф. Ромберг, 1967 г.) предлагается применение в качестве перекрытия над залом бассейна гибкого трансформируемого покрытия, висящего на шести трапецевидных рамах, через стальные профили которых натянуты канаты с вмонтированными движущимися роликами (рис. 59, в). Трансформация покрытия площадью 800 м^2 происходит в течение 10 мин с помощью электромотора. Подобное решение имеет и проект покрытия над плавательным бассейном в г. Унтерлюсе, Германия (авторы Б. Ф. Ромберг и У.



щие конструкции выполнены в виде полуциркульных арок различного радиуса (рис. 59, д).

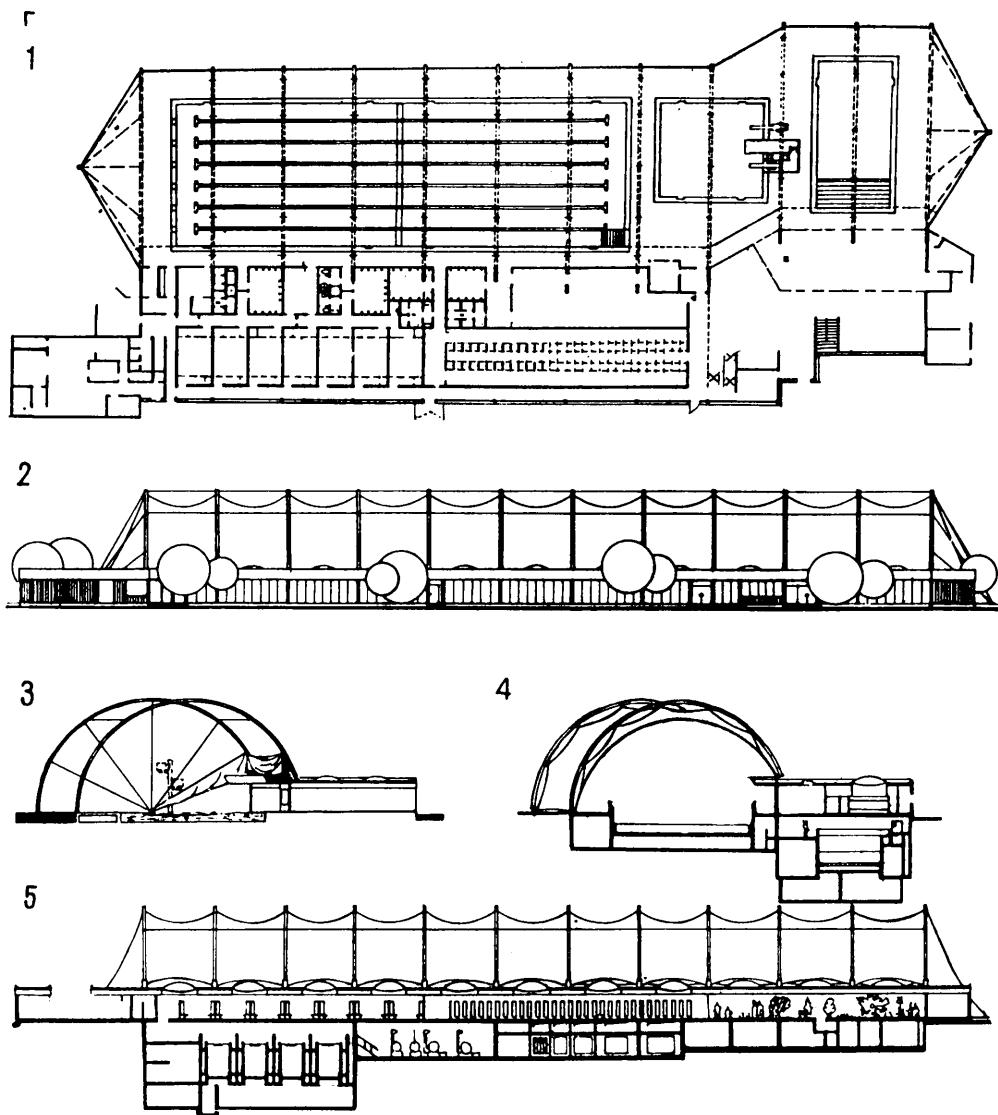
Существует много примеров решения изменяемых покрытий из гибких эластичных материалов с параллельным движением в процессе трансформации для проектов плавательных бассейнов. Это связано с необходимостью круглогодичного пользования таких объектов, а в летнее время — на открытом воздухе. Поэтому среди проектов французского конкурса 1969 г. "Изменяемые бассейны", естественно, были и такие, как, например, проект, получивший восьмую премию (авторы Ю. Чардинер и А. Гхюламила). Несущая конструкция перекрытия зала площадью 1550 м^2 ($64 \times 24 \text{ м}$) состоит из 16-метровых растянутых мачт и стандартных дополнительных частей индустриального изготовления (рис. 59, е). Интересна также серия проектов студентов Архитектурной школы в Портсмазе, Англия (1968 г.), которые дают многочисленные варианты решения рассматриваемого типа конструктивных систем.

Помимо спортивных целей такие конструктивные системы используются и для других общественных зданий. Так, в проекте, осуществленном в рамках конкурса для студийного театра радиостанции "Свобода" в Берлине, перекрытие состоит из пяти пневматических подушек, висящих на натянутых канатах. Внутреннее давление в перекрытии является стабилизирующим фактором. Перед складыванием конструкции воздух выдувается.

Использование пневматических гибких оболочек для перекрытий с параллельным движением при складывании предложено в проекте трансформируемого перекрытия внутреннего двора бюргерского дома XVI в. в Вене (рис. 59, ж). Покрытие состоит из надувных подушечных ячеек, благодаря их воздушному давлению все перекрытие получает в поперечном разрезе форму арок, которые прикреплены к несущей стационарной пространственной системе, опирающейся на мачту.

Родер, 1967 г.), где покрытие зала площадью 1000 м^2 раскрывается за 5 — 10 мин.

За 1967 — 1969 гг. этими же авторами предложено много вариантов решений покрытий над плавательными бассейнами различных размеров: от 30 до 100 м^2 или 1750 м^2 (для бассейна на открытом воздухе в Мариендорфе). Заслуживает внимания проект бассейна для любой погоды в Берлине (1970 г.), предназначенный для строительства как при гостинице, так и при жилом микрорайоне (рис. 59, з). Трансформируемое гибкое покрытие подвешено на роликах, движущихся по 12 полуциркульным аркам, что позволяет использовать залное помещение площадью 2200 м^2 круглогодично. Аналогичное решение трансформируемого покрытия предложено в проекте 1971 г., где несущая



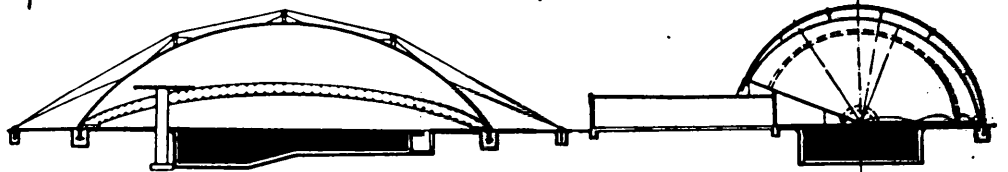
Аналогично используется пневматическая гибкая оболочка в проекте перекрытия над сценой театра на руинах аббатства Бад-Херсфельд (Германия), разработанном архит. Б. Ф. Ромбергом для конкурса (рис. 59, з). Между растянутыми тросами висит надувное перекрытие, имеющее два воздушных пространства между двумя слоями пропитанной ткани. Благодаря внут-

реннему давлению внутри пленки толщиной 15 мм на покрытии создается кривизна, способствующая самоустранению осадков.

Для этих же целей создано покрытие над внутренним двором замка в Любляне, Югославия. Проект архит. М. Маринчека предусматривает использование гибкого трансформируемого перекрытия с параллельным движением

Д
1

2



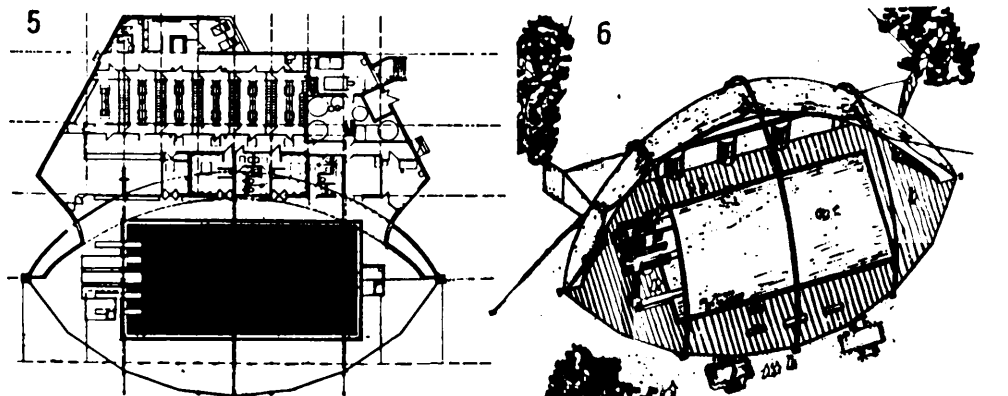
3

4

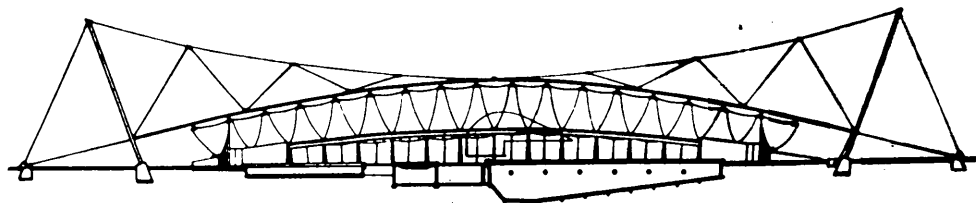
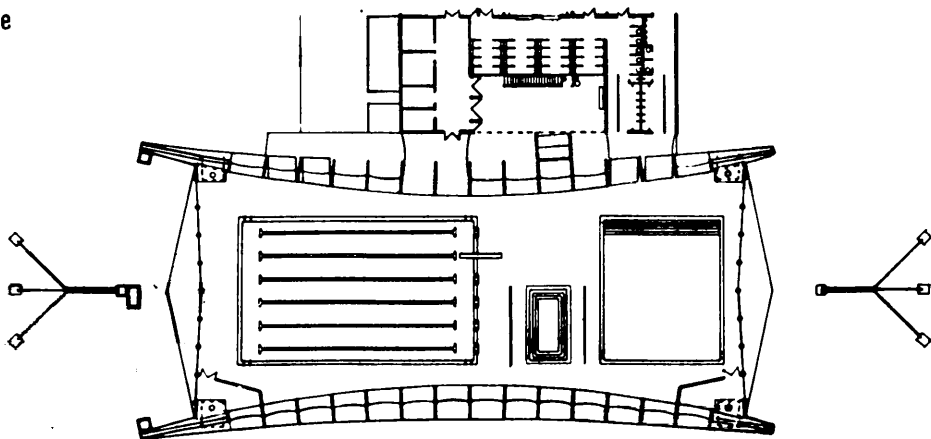


5

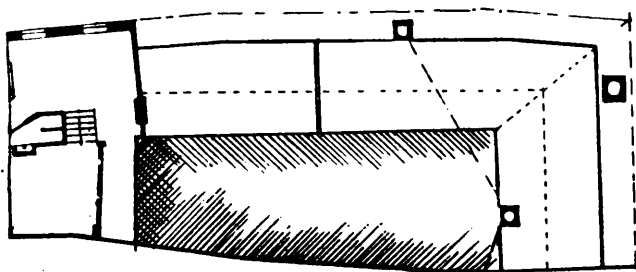
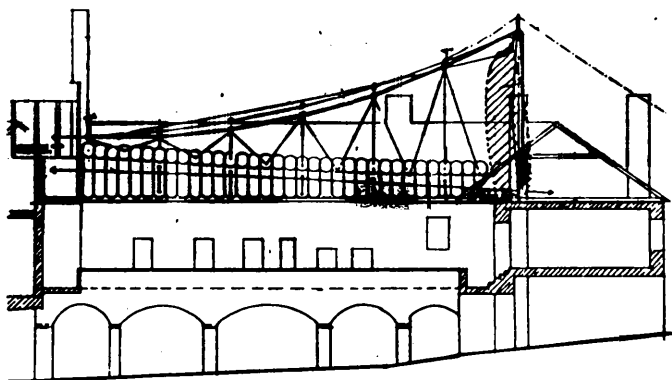
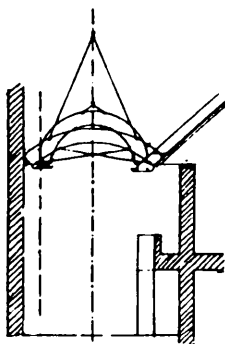
6



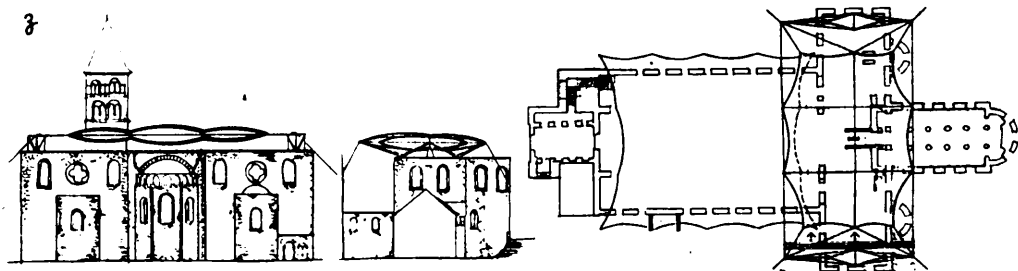
е



Ж



3



для организации во дворе площадью 1980 м² (55×36 м) театрализованных мероприятий. Несущие тросы выполнены из стальных профилей, по которым перемещаются ролики с прикрепленными к ним полотном покрытия. Трансформация осуществляется в течение 5 мин с помощью электромотора мощностью 0,5 кВт.

Таким образом, использование рассматриваемых конструктивных систем позволяет создавать легкие перекрытия, не нарушая окружающую среду. В этом смысле показателен проект гибкого трансформируемого перекрытия над помещениями школы верховой езды в Зальцбурге, Австрия, устроенной в естественной скале (проект архит. Ц. Хольцмайстера, 1967 г.). Гибкие элементы покрытия, двигаясь параллельно по несущим тросам, позволяют регулировать климат и поток солнечных лучей над площадью 1200 м² (27×45 м) путем трансформации за 2 мин.

В качестве гибкого материала для трансформируемых покрытий применяются, как правило, текстильные, пластмассовые и другие гибкие материалы. Совершенно другой по своим физическим свойствам материал использован в перекрытии катка в Чичиву, Япония. Здесь скрепленные между собой деревянные элементы образуют вертикально висящие маты высотой 4 м, которые, передвигаясь по системе вант, позволяют образовывать теневые занавесы.

Гибкие структуры со стационарными несущими конструкциями применяются не только для большепролетных зданий и сооружений. Так, для перекрытия пешеходной торговой улицы в Берлине разработан в 1967 г. конкурсный проект (авторы Р. Штромер и Г. Оффер) покрытия, образованного из 16 расположенных друг за другом квадратных (12,8×12,8 м) гибких элементов, растянутых по диагональным канатам, что позволяет получить скрученные плоскости.

Путем трансформации гибких элементов можно регулировать защиту от солнечных лучей и дождя. Для знаме-

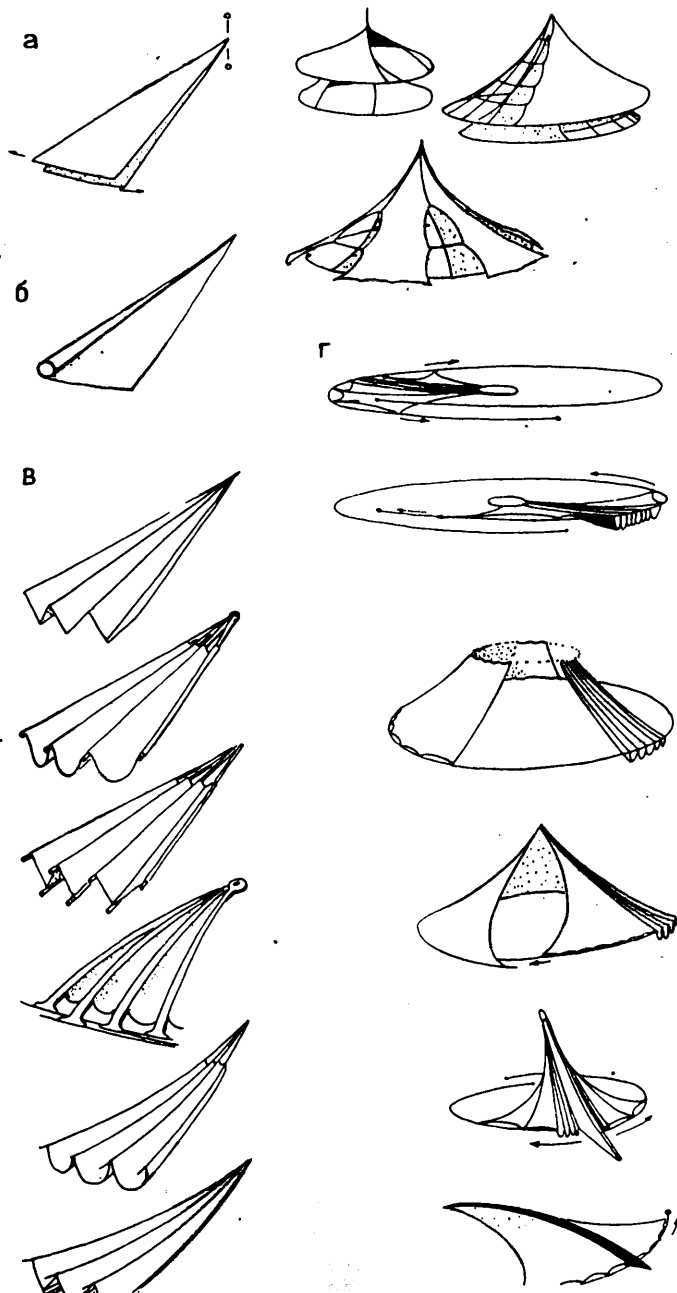
нитой торговой улицы Кертнерштрассе в Вене в 1964 — 1965 гг. Германом Чце-хом было предложено перекрытие пространства над тротуаром шириной 30 м с использованием волнообразной мембраны (по типу поз. 6 на рис. 58), растянутой на трех рядах канатов между домами. Изложенное позволяет говорить о широком диапазоне применения рассматриваемого типа конструктивных систем: от навесов над пешеходными тротуарами до города будущего, эскиз-идея которого была предложена в 1964 г. по инициативе ведущих архитекторов Всемирной выставки в Монреале. В данном случае было предложено создание одного большого трансформируемого покрытия над всей территорией выставки вместо отдельных выставочных павильонов.

В практике проектирования и строительства гибкие кинематические системы со стационарными несущими конструкциями с *циркульным* движением в процессе трансформации, к сожалению, не нашли еще широкого применения. По-видимому, это связано с трудностями создания несущих конструкций, обязательным условием работы которых является наличие свободно парящего центра, вокруг которого происходит движение по кругу. Движение гибких подвижных элементов может производиться как в одну, так и в разные стороны (рис. 60, а). Трансформация может проводиться как способом скатывания (рис. 60, б), так и способом сборки (рис. 60, в). Причем собирающиеся складки могут иметь зигзагообразную форму (возможны варианты использования грузов на нижних ребрах складок). Применение перечисленных способов трансформации позволяет получить многочисленные варианты решений кинематических зданий и сооружений (рис. 60, г). Мембраны могут быть одиночными или состоять из отдельных частей, что позволяет быстрее их трансформировать и дает вариативность в использовании.

Среди известных примеров рассматриваемых конструктивных систем мож-

Рис. 60. Формы мембран при циркульном движении со стационарными несущими конструкциями [107].

а — при движении элементов в противоположных направлениях; б — трансформация скатыванием; в — виды трансформации сборкой; г — возможности использования



но отметить проект теплицы для садоводства в Штутгарте, Германия, 1963 г. (авторы Л. Штромайер и др.). Несущие конструкции выполнены из стального пространственного каркаса, имеющего форму равносторонней пирамиды на квадратном плане (рис. 61, а). Каждая теплица площадью 256 м^2 ($16 \times 16 \text{ м}$) соединяется с другой специальной соединительной деталью и может компоноваться и блокироваться в любых сочетаниях. Гибкое покрытие, висящее на вершине пространственной пирамиды, трансформируется по кругу, что позволяет регулировать ветро- и солнцезащиту. Другой пример — проект 1965 г. Медицинской академии в Ульме, Германия. Комплекс состоит из трех однотипных круглых зданий (каждое площадью 3000 м^2). На центральной мачте радиально крепятся легкие элементы из стального профиля, скрепленные благодаря круглой форме плана горизонтальными канатами, по которым движется трансформируемое гибкое покрытие внутри несущей сетки (рис. 61, б). Для защиты от непогоды каждая ячейка несущей сетки заполнена стеклянными плитами, а подвижное покрытие служит солнцезащитой.

Гибкие кинематические системы с *центрально-периферическим* движением в процессе трансформации по стационарным несущим элементам имеют большое разнообразие форм в зависимости от типа стационарных несущих конструкций: гибкие (канаты, ванты и т. п.) и жесткие (стойки, ребра и т. п.); а также в зависимости от типа гибких элементов — ткани, пленки, сетки и т. п. Кроме того, на форму системы влияет местоположение несущей мачты: в геометрическом центре (рис. 62, 1), в любом другом эксцентричном месте плана (рис. 62, 2) или вне плана (рис. 62, 3), что дает возможность получать не только симметричные, но и асимметричные формы.

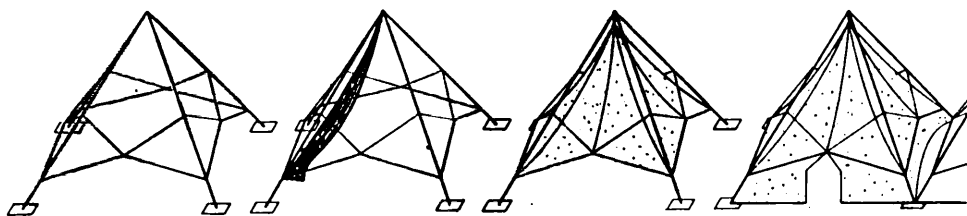
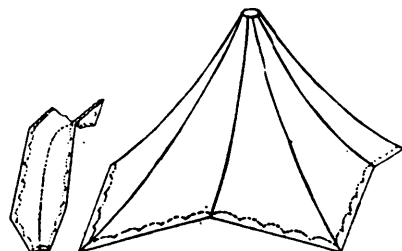
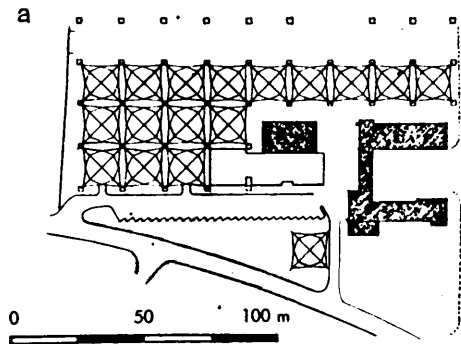
Особое место занимают гибкие элементы с балластом, имеющие неограниченное число вариантов получаемых форм в зависимости от системы при-

крепления грузов. При создании больших перекрываемых пространств возможны варианты сочетания опирания мембраны на мачты и провисания ее с помощью балласта или под тяжестью собранного полотна (рис. 62, 4). Возможны варианты, когда вся мембрана держится на одной мачте, но имеет еще одну или несколько дополнительных вершин (рис. 62, 5). Расположение несущих элементов не всегда должно иметь радиальное направление, оно может быть и параллельно-перпендикулярным, а трансформация (сборка или раздвижка) происходит в центрально-периферическом направлении. При использовании жестких несущих элементов сооружение может иметь самую причудливую форму, что дает большие творческие возможности для формообразования (рис. 62, 6).

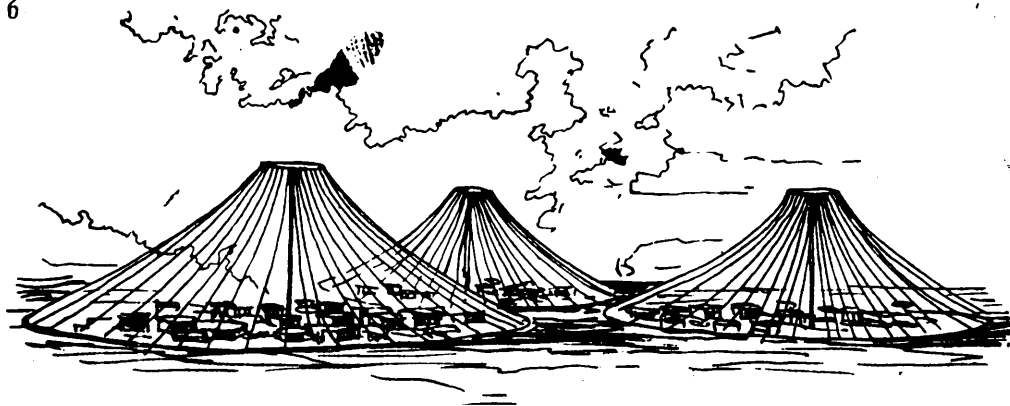
Опыт проектирования и строительства рассматриваемых типов конструктивных систем с центрально-периферическим направлением в процессе трансформации богат и разнообразен, так как легкость конструкции и управления ею, оригинальность форм и "делikatность" ее внедрения в существующую окружающую среду привлекательны для применения.

Одно из первых известных зданий, использующих такого рода конструктивные системы, — здание казино на открытом воздухе в Каннах, Франция. Покрытие над террасой казино, построенное в 1965 г. по проекту архит. Р. Тайллиберта, перекрывает площадь 800 м^2 за 12 мин и держится на параболически-полигонально изогнутой пространственной мачте высотой 25,5 м, от которой натянуто восемь несущих канатов (рис. 63, а). Гибкие элементы покрытия, состоящие из девяти шитых секторов, прикреплены к 16 роликам (8 крайних и 8 средних). Для проведения операции по раскрытию и складыванию покрытия создана специальная система вант и трассировки. Трансформация осуществляется автоматически по специальной программе с помощью электромоторов.

a



6



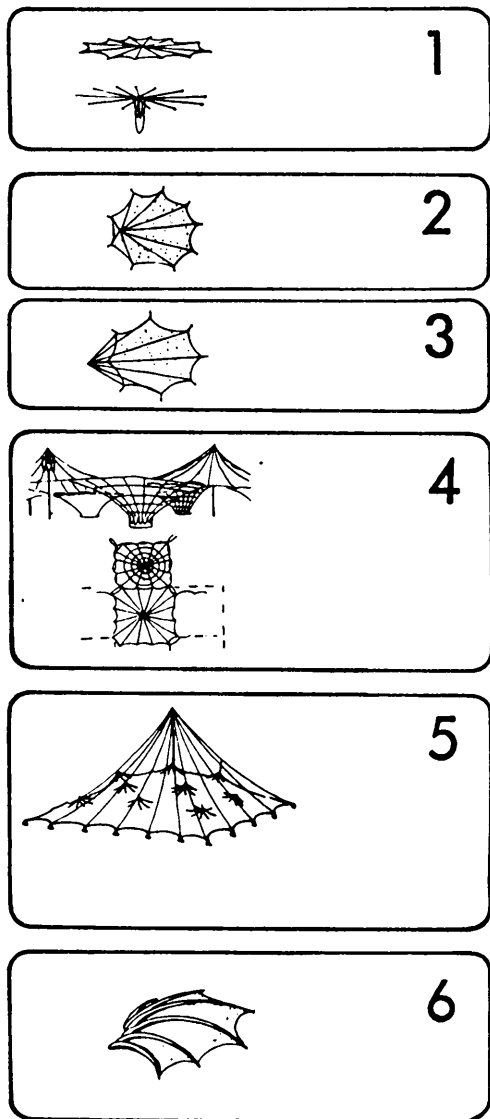


Рис. 62. Формы мембран при центрально-периферическом движении со стационарными несущими конструкциями [107]

1 — расположение несущей мачты в центре плана; 2 — то же, в любом эксцентриче-

ском месте; 3 — то же, вне плана; 4 — сочетание нависания и провисания мембраны; 5 — подвешивание за дополнительные точки; 6 — с паукообразными несущими конструкциями

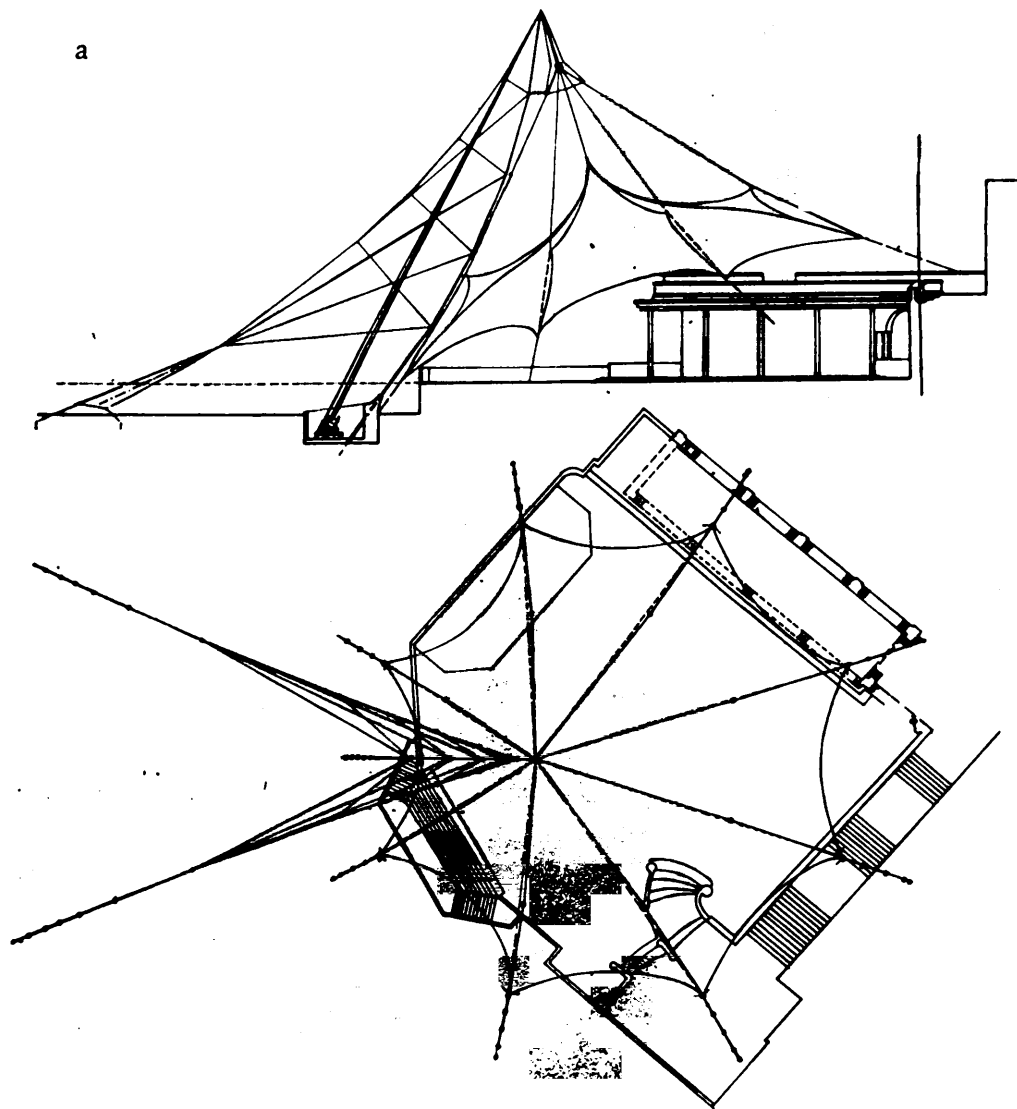
Этому же архитектору принадлежит проект другого здания, использующего такой же тип покрытия — бассейн в Париже (1966 г.), здание которого находится на маленьком свободном участке в густонаселенном жилом квартале. Для того, чтобы использовать бассейн круглогодично, был предложен трансформируемый тип гибкого покрытия. Учитывая опыт строительства покрытия для казино в Каннах, здесь также была применена конструктивная система, висящая на пространственной 16-метровой мачте, от которой натягивались 10 несущих канатов, что придавало перекрытию лучеобразную форму (рис. 63, б). Гибкая мембрана прикреплена к роликам в 30 точках. Для защиты от ветра в теплую погоду бассейн защищен на уровне земли стационарной стеной из прозрачного материала. Для гарантированной устойчивости такого покрытия были проведены специальные расчеты и предложена оригинальная система трассировки вант [107].

Продолжение этой идеи нашло отражение в другом проекте бассейна в Париже, построенного в 1969 г., где была проведена стандартизация типовых элементов покрытия площадью 1800 м^2 ($63 \times 37 \text{ м}$), трансформируемого за 12 мин (рис. 63, в). Прототипом этой серии проектов был проект бассейна для общины, перекрытие которого составляло 1200 м^2 ($45 \times 34,5 \text{ м}$), а трансформация осуществлялась за 7 мин (рис. 63, г). И, наконец, полностью воплотил свою идею Р. Тайллиберт в проекте спортивного комплекса площадью $31\,000 \text{ м}^2$ с бассейном, построенного в 1970 г. в Лионе, Франция. Применяя уже разработанные конструкции и механику, удалось создать здание с площадью перекрытия 2000 м^2 ($67 \times 39 \text{ м}$) и проводить трансформацию за 10 мин (рис. 63, д).

Творчеству Р. Тайллиберта кроме названных принадлежит еще ряд проектов, использующих рассматриваемый тип конструктивных систем. Так, в проекте 1966 г. предложен вариант перекрытия над бассейном, где по обеим продольным сторонам расположены по

Рис. 61. Кинематические структуры со стационарными несущими конструкциями при циркульном движении
а — проект теплицы для садоводства в Штутгарте (Гер-

мания), 1963 г., план сада, типовые гибкие элементы, схема установки и трансформации теплицы, общий вид сада; б — проект комплекса медицинской академии в Ульме (Германия), 1965 г.



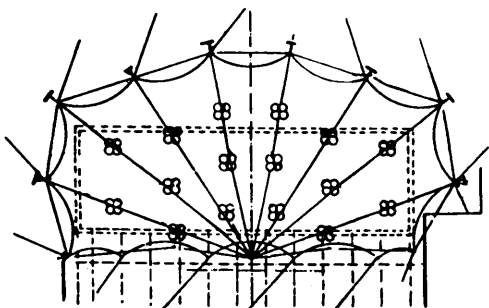
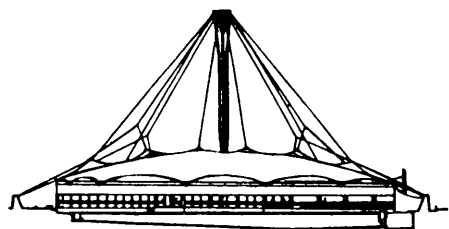
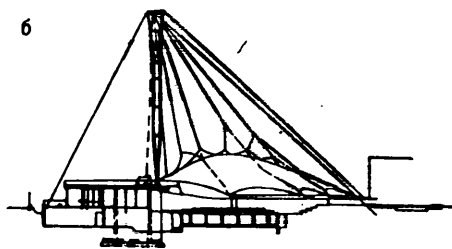
четыре вертикальные мачты высотой 9 м с одной стороны и 15 м с другой (рис. 63, e). Между каждой второй противостоящей мачтой поперек натянут канат с роликами, а вершины мачт соединены вантами в определенном порядке, что позволяет получить устойчивую систему и трансформировать гибкую мембрану, собирая ее в самой высокой точке. После конкурса "Изменяемые бассейны" по проекту этого архитектора дол-

Рис. 63. Проекты архит. Р. Тайллиберта с использованием гибких кинематических структур со стационарными несущими элементами при центрально-периферическом движении (с. 150 — 153)

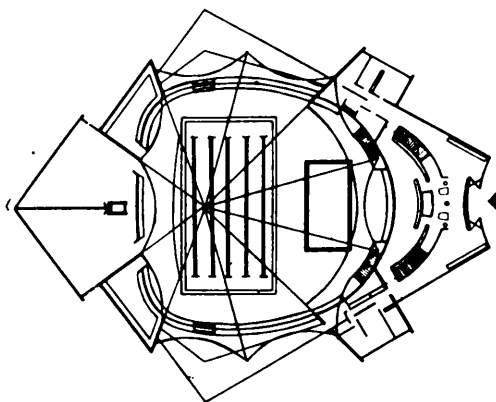
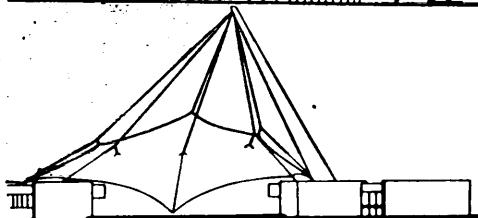
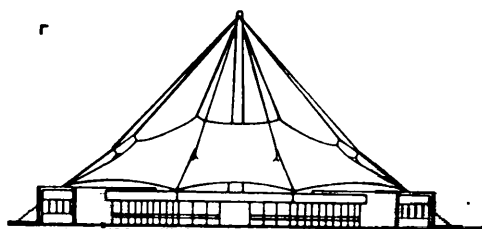
а — перекрытие над казино в Каннах (Франция), 1965 г., разрез и план; б — перекрытие над бассейном в Париже (Франция), 1966 г., разрез, фасад, план; в — перекрытие над бассейном в Париже (Франция), 1969 г., разрез и план; г — то же, прототип, 1969 г., главный и боковой фасады, план; д — спортив-

ный комплекс с бассейном в Лионе (Франция), 1970 г.: 1 — генплан; 2 — план бассейна; 3 — разрез; 4 — фасад; е — проект перекрытия над бассейном, 1966 г.: 1 — фасад; 2 — план; 3 — поперечный разрез; 4 — фрагмент пленки с боксом для ее хранения; ж — план плавательного бассейна в Реймсе, 1971 г.: 1 — вестибюльная зона; 2 — зона зрителей; 3 — детский бассейн; 4 — учебный бассейн; 5 — плавательный бассейн; з — бассейн в Кляйнстхайме (Германия), 1971 г., фасад, разрез, план

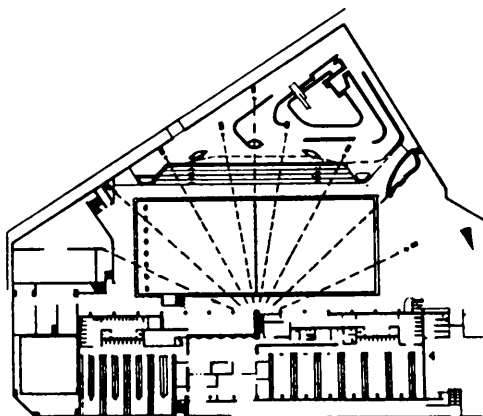
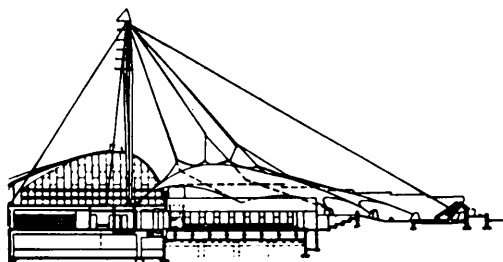
6



г



в



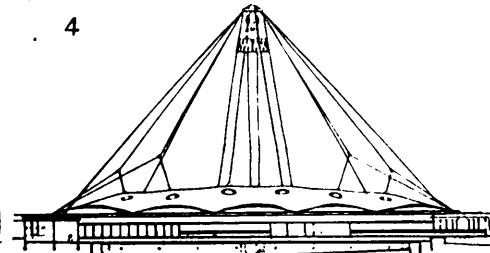
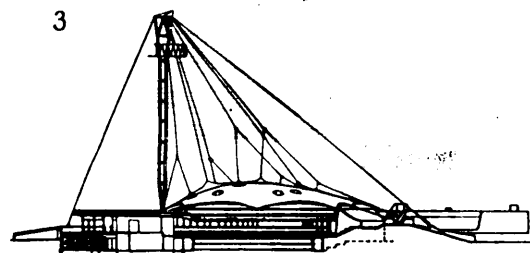
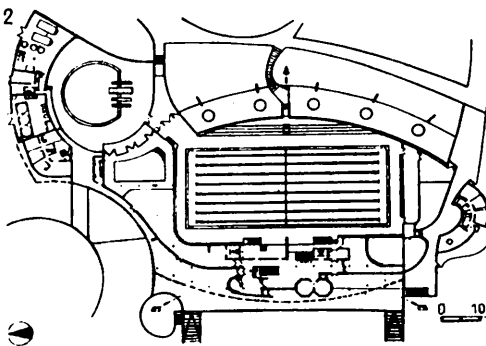
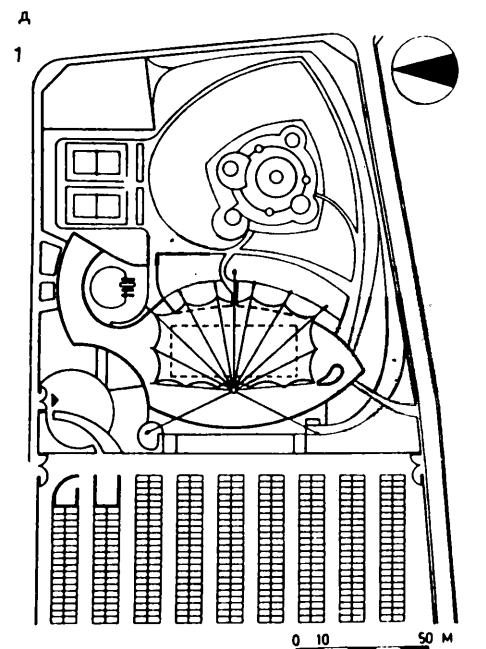
жно было быть построено в 1970 — 1971 гг. в Реймсе здание бассейна площадью 1400 м^2 ($44,20 \times 40,7 \text{ м}$), перекрываемого за 5 мин (рис. 63, ж). В 1971 г. Р. Тайл-

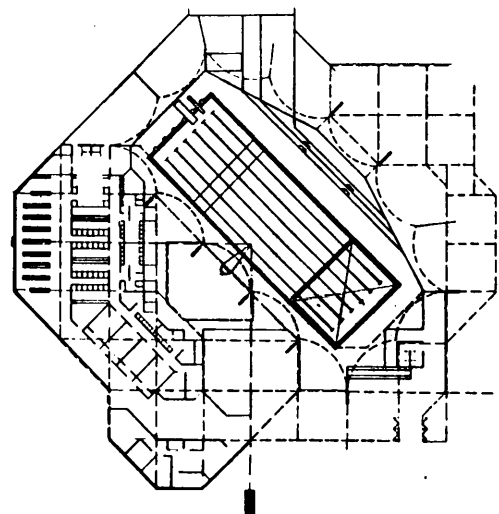
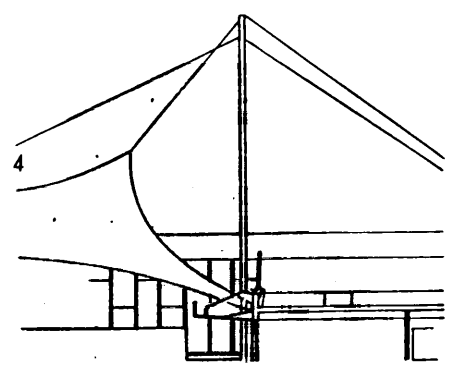
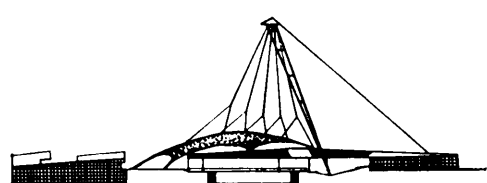
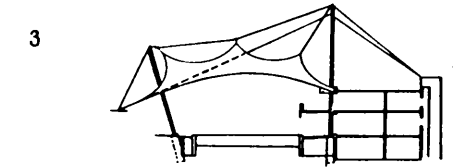
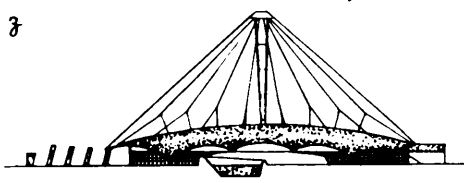
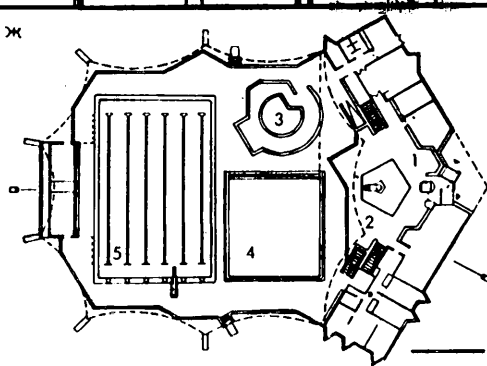
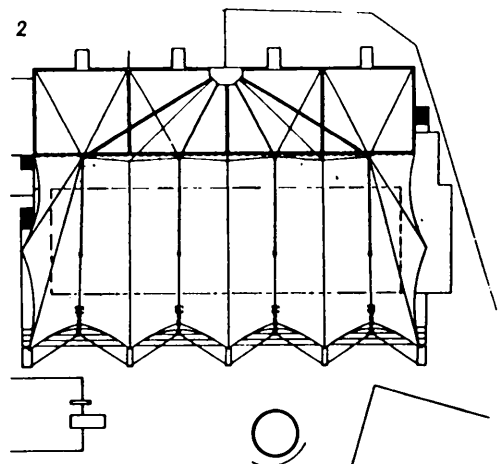
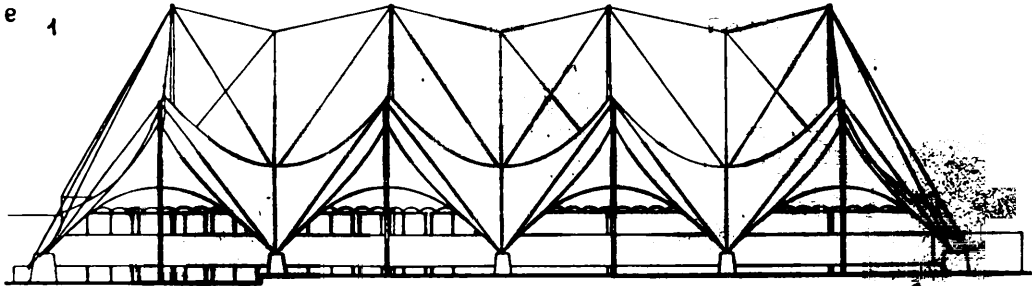
либерт строит также бассейн в Кляйн-стхайме, Германия, площадью 1800 м^2 ($65 \times 33 \text{ м}$), перекрытие которого осуществляется за 15 мин (рис. 63, з).

Примерами гибких кинематических систем со стационарными несущими конструкциями при центрально-периферическом движении могут служить также другие проекты, построенные в разных странах мира. Так, в Нью-Йорке возведено здание выставочного павильона Музея современного искусства (архит. Р. Д. Мелдин, 1971 г.) с использованием перекрытия такого типа¹ (рис. 64, а). Перекрытие над базарной площадью в г. Кельне, предложенное архитекторами М. Брехтом и В. Прокопом в 1969 г. для защиты от непогоды пространства площадью 8000 м^2 , также образовано с помощью несущей мачты и радиально расположенных несущих вант. Под таким укрытием предполагается проводить различные общественные собрания или театральные действия.

Среди спортивных сооружений с трансформируемыми покрытиями рассматриваемого типа следует назвать здание бассейна в Регенсбурге, Германия, построенного в рамках центра отдыха (архитекторы Е. Шматц и А. Шмид, 1971 — 1972 гг.). Здание из сборного железобетона имеет трансформируемое перекрытие площадью 2300 м^2 ($70 \times 40 \text{ м}$), которое подвешено к 37-метровой мачте (рис. 64, б). Гибкое полотно покрытия разбито графически на ячейки, которые потом будут заполнены воздухом. Трансформация покрытия осуществляется автоматически за 15 мин. Аналогичен по структуре, но с дру-

¹ В связи с экономическими трудностями крыша в настоящее время функционирует как стационарная.





а

1

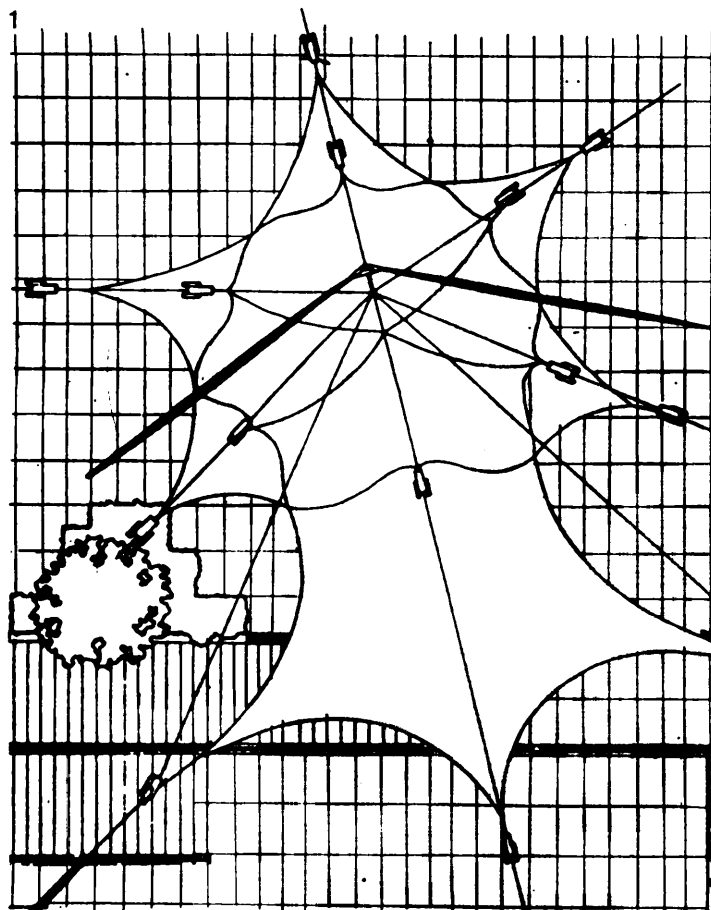
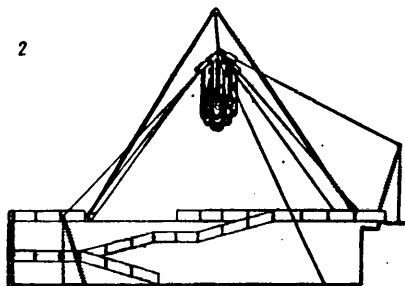


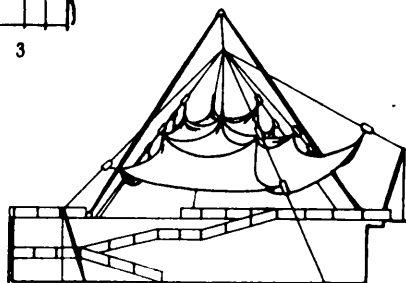
Рис. 64. Кинематические гибкие структуры со стационарными несущими конструкциями при центрально-периферическом движении (с. 154 — 159)

а — выставочный павильон в Нью-Йорке (архит. Р. Л. Мелдин, 1971 г.); план покрытия (1), покрытие в сложенном (2), полуразвернутом (3) и развернутом (4) состоянии; б — здание бассейна в Регенсбурге (архитекторы Е. Шматц, А. Шмид, 1971 — 1972 гг.): 1 — план перекрытия; 2 — план комплекса; 3 — фасад; в — проект бассейна в г. Лемго (Германия), проект архитектурной группы г. Лемго, 1969 г., план и северный фасад; г — каток в Конфлансе (Франция), archit. И. Бласко, 1971 г.: 1 — поперечный разрез; 2 — схема покрытия; 3 — боковой фасад; 4 — детали арочных конструкций; д — проект театра на открытом воздухе в Нимегене (Нидерланды), 1960 — 1961 гг.; е — проект покрытия над театром в Аугсбурге (Германия), 1970 г., стадии трансформации гибкого покрытия; х — проект культурного и правительственного центра в Дар-эс-Салам (Танзания), архитекторы Э. Торштайн, Вармбронн, 1971 г., интерьер двора, план покрытия и разрез; з — проект мультиперекрытия над спортивным комплексом (архит. Ф. Отто, 1970 г.), стадии трансформации гибкого покрытия

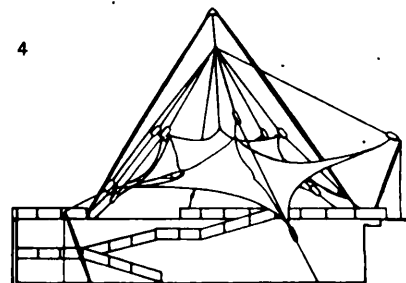
2

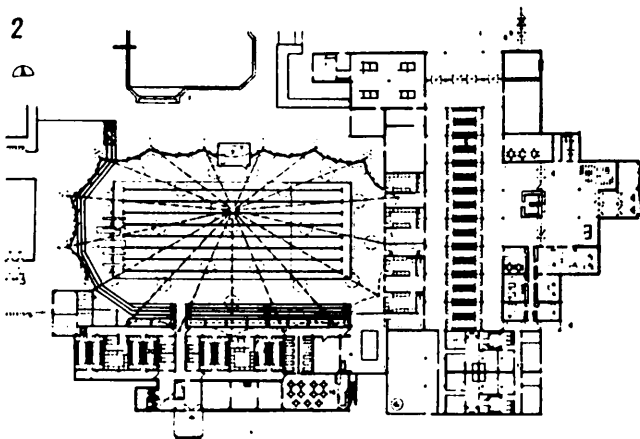
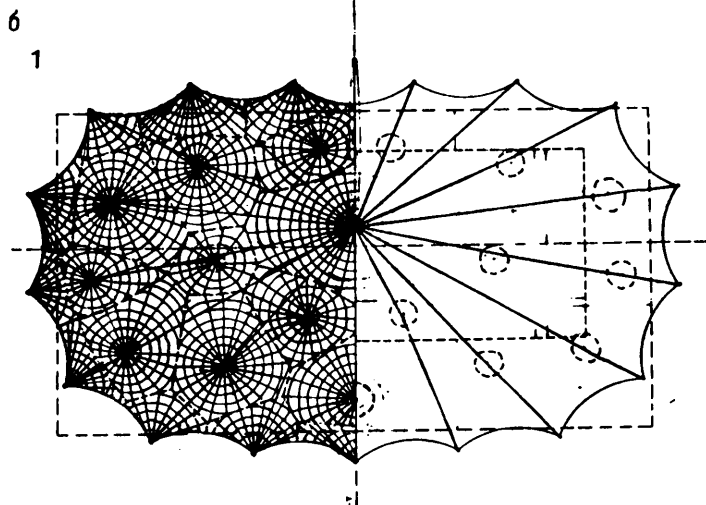


3

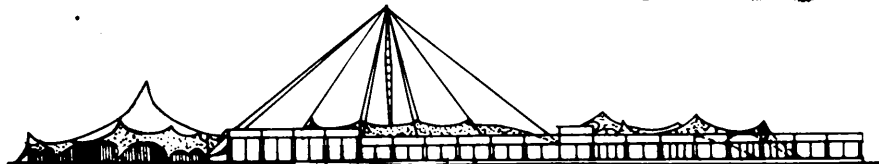
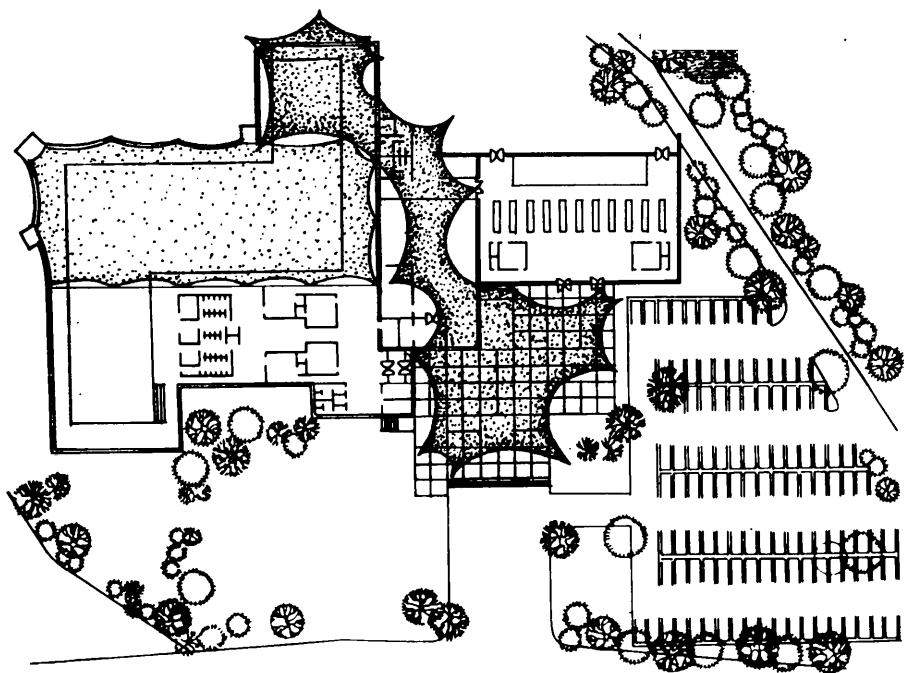


4

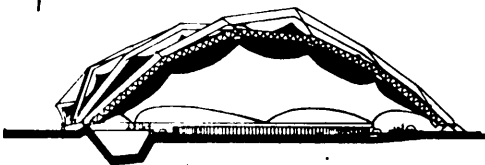




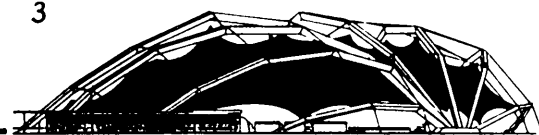
В



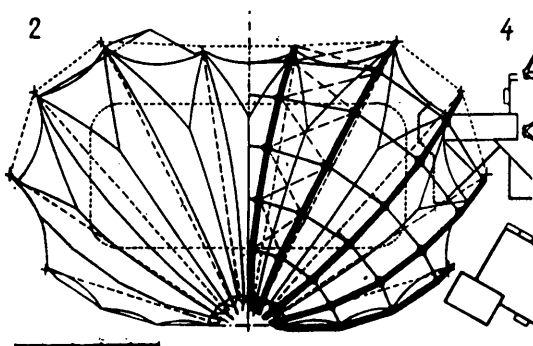
Г 1



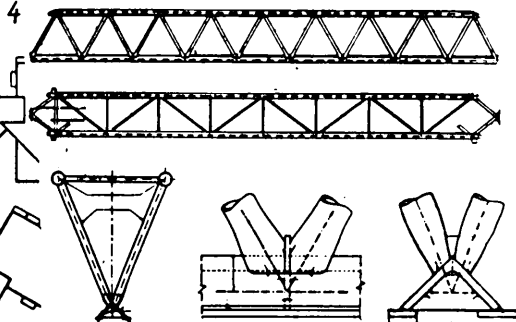
3



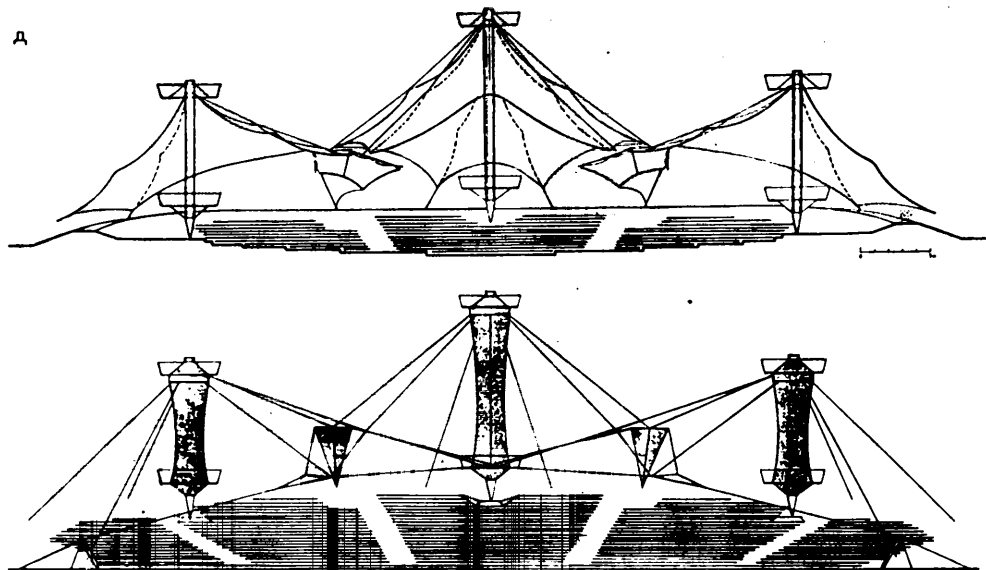
2



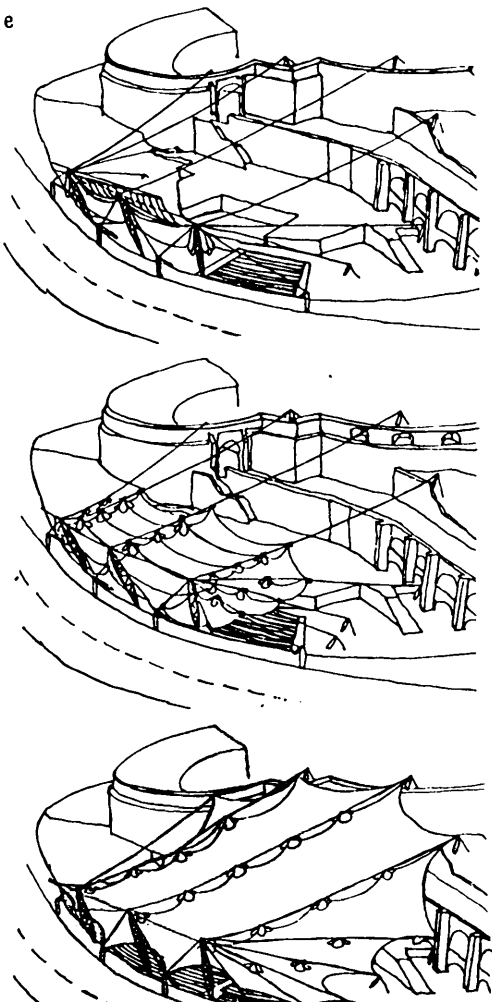
4



д



е

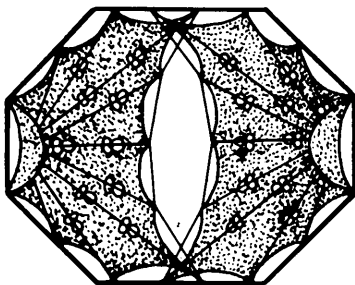
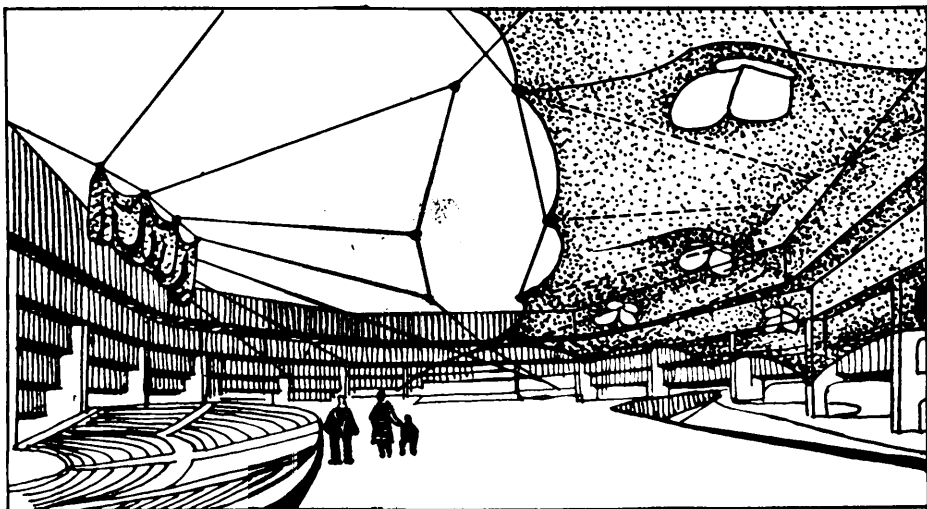


гой формой в плане проект бассейна в г. Лемго, Германия (1960 г.). Здесь перекрытие, свободно нависающее как над открытыми площадями, так и над стационарными зданиями, держится на мачте с 14 канатами (рис. 64, в). Для поддержания аэродинамической устойчивости по плоскости покрытия имеется еще семь точек прикрепления мембраны к тросам. Удаление снега не представляет проблемы, так как внутреннее помещение отапливается, и он тает.

Каток в Конфлансе Сант-Хонорине, Франция (архит. И. Бласко, 1971 г.) перекрыт "паукообразным" покрытием, состоящим из радиально расположенных жестких ломаных пространственных арок высотой 16,6 м, скрепленных между собой горизонтальными поясами вант (рис. 64, г). Гибкое покрытие, скользящее по этим рамкам, трансформируется и перекрывает площадь 3300 м² (90×50 м). Отличительная черта проекта катка в Давосе, Швейцария (архит. Е. Гизель, 1966 г.) — несущий элемент в форме призмы, к задней стенке которой лучеобразно прикреплено 12 несущих канатов. Трансформируемое покрытие площадью 6000 м² служит защитой от солнца и дождя.

Среди зрелищных зданий можно вы-

Ж



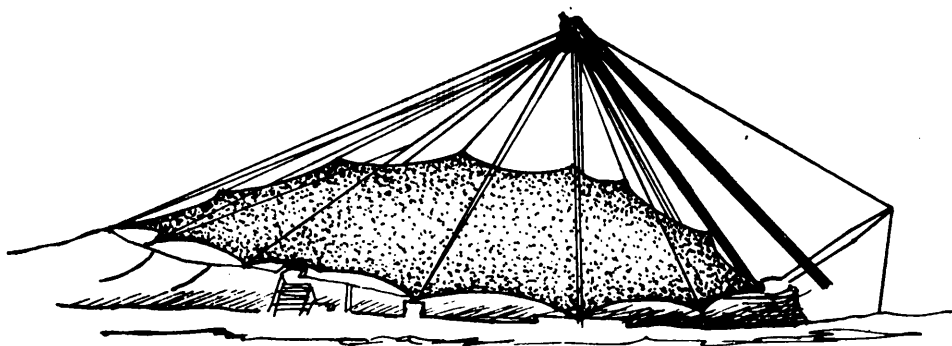
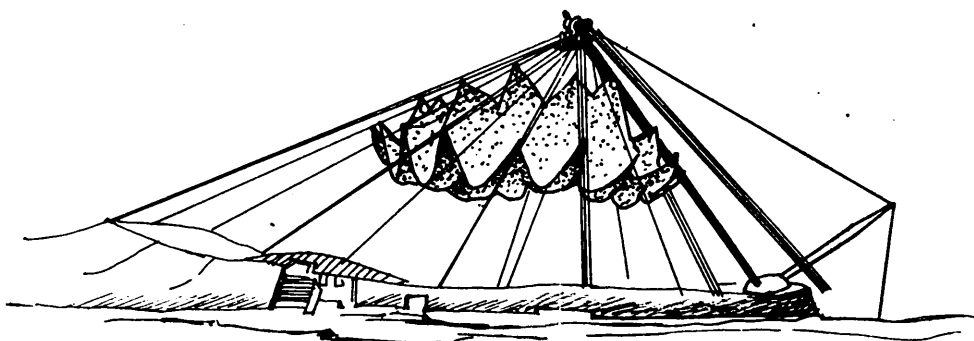
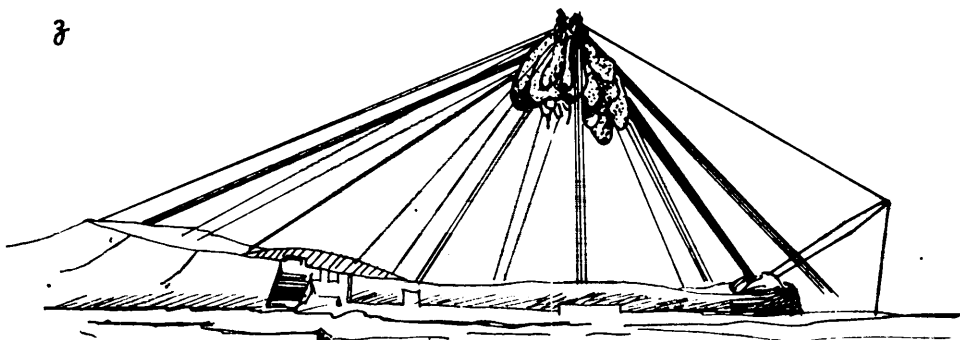
делить проект театра на открытом воздухе в Ниенменгене, Нидерланды (1960 — 1961 гг.), Трибуны амфитеатра перекрыты гибким трансформируемым покрытием, висящим на трех трубчатых мачтах (одна 16 м и две другие по 12 м высотой), растянутых на тросах (рис. 64, д). Покрытие состоит из трех частей, что дает большие вариабельные возможности его трансформации. Общая перекрываемая площадь 1200 м^2 ($68 \times 20 \text{ м}$).

Проект театра в Аугсбурге, Германия (1970 г.), использующего в качестве кулис стены города времен Ренессанса, имеет трансформируемую конструкцию покрытия над открытым пространством сцены и трибунами на 2000 поса-

дочных мест. На время, свободное от проведения фестивалей и других зрелищных мероприятий, предлагаемые конструкции могут быть полностью демонтированы (рис. 64, е). Гибкое покрытие висит на трех пространственных трубчатых мачтах, от которых идут несущие тросы, закрепленные в различных точках городской стены. Площадь покрытия 3600 м^2 ($70 \times 55 \text{ м}$), а его трансформация осуществляется за 10 мин.

Выставочный павильон на ярмарке 1970 г. в Ганновере, Германия, имеет центральную 13-метровую мачту, растянутую восемью тросами, по которым трансформируется гибкое четырехугольное покрытие площадью 250 м^2 ($17 \times 12 \text{ м}$) за 2,5 мин. Проект покрытия

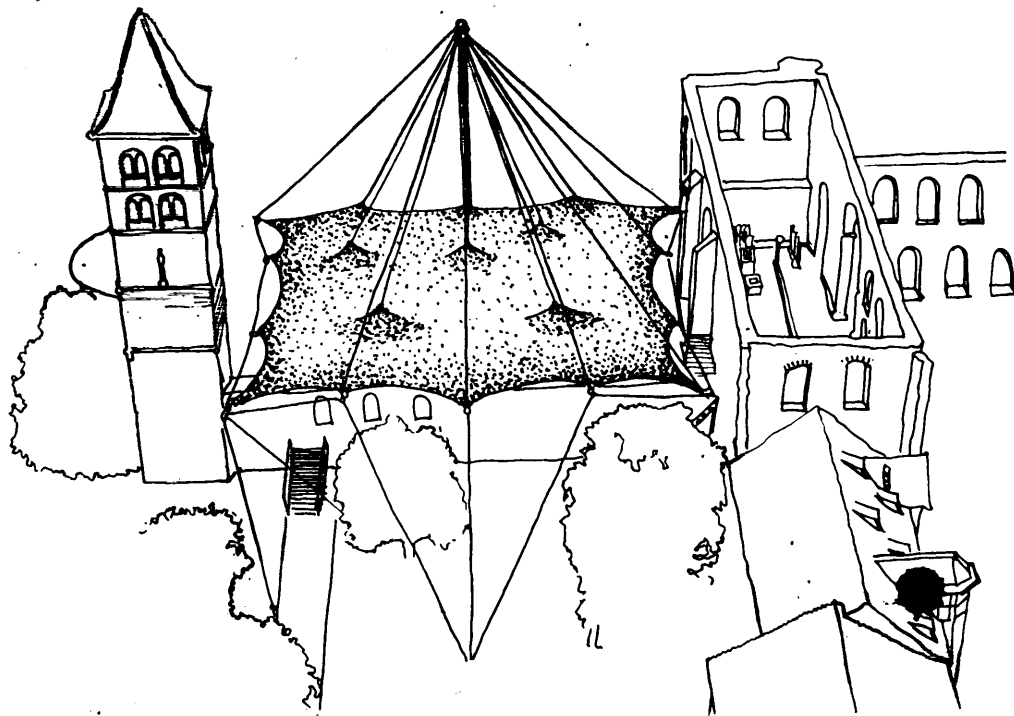
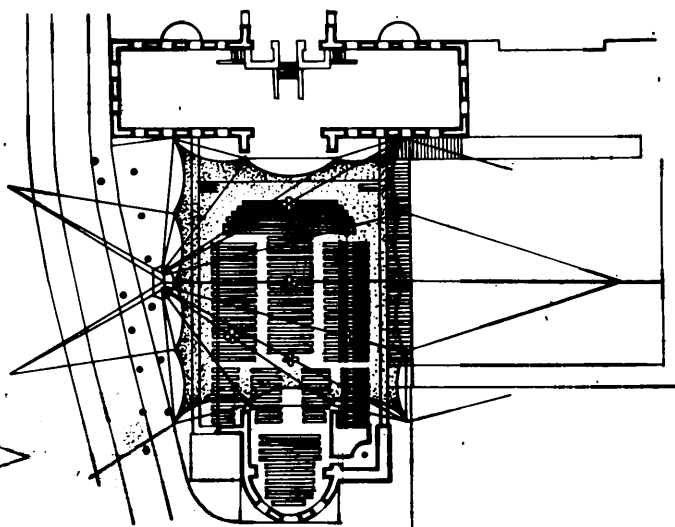
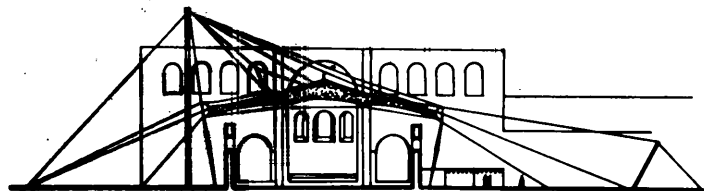
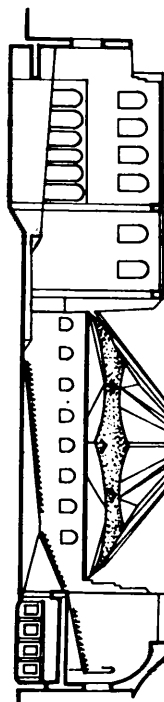
3



культурного и правительственного центра в Дар эс Салам, Танзания (архитекторы Э. Торштайн и Вармбронн, 1971 г.) предназначен для защиты от солнечных лучей пространства двора общественного центра (рис. 64, ж). Гибкое покрытие, состоящее из двух симметричных частей лучеобразной формы, перекрывает пространство двора таким образом, что в середине образуется отвер-

стие в форме "светового глаза", что также дает контраст между освещенной и затененной частями двора. Покрытие, заанкеренное в торцовые стены двора, позволяет перекрывать площадь 3600 м^2 ($85 \times 70 \text{ м}$).

Рассматриваемый тип конструктивных систем может использоваться в широком диапазоне — от перекрытия маленьких пространств до покрытия



6

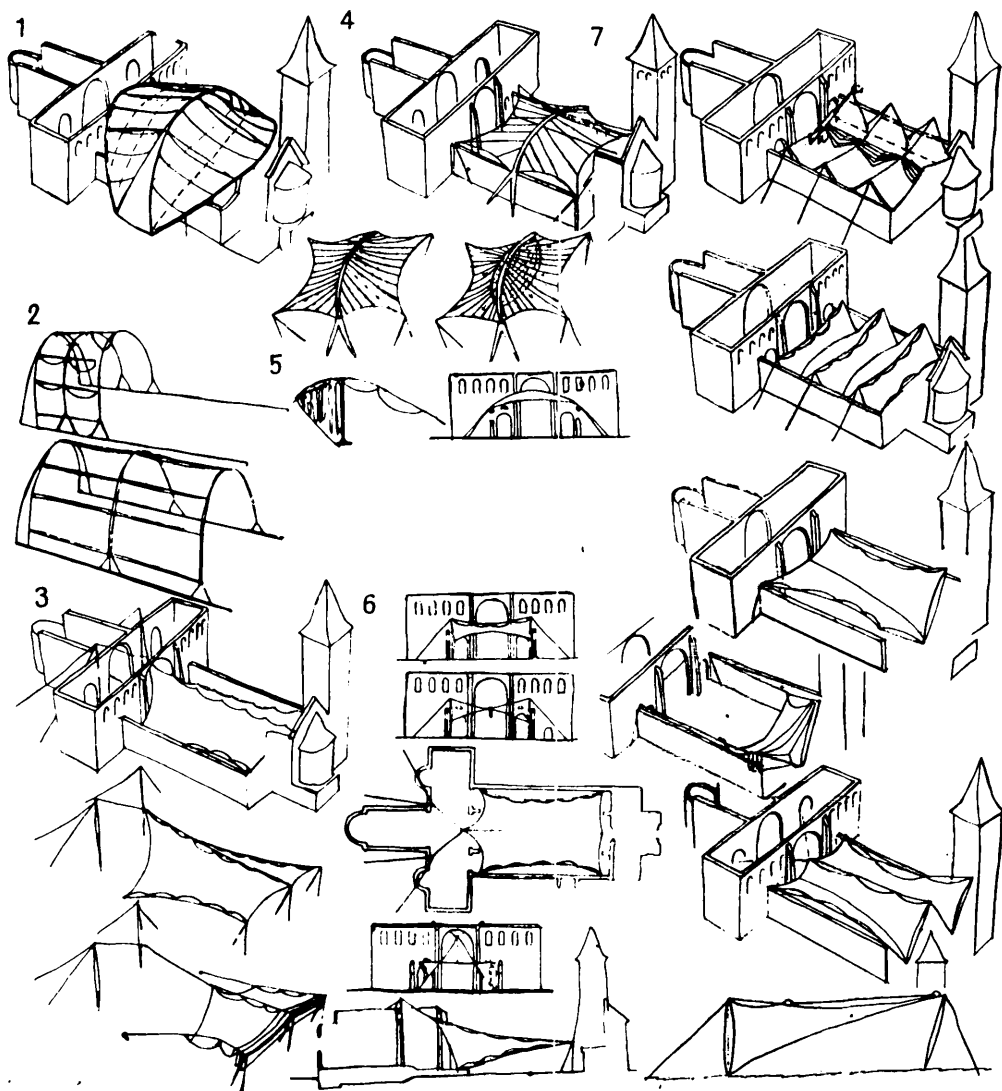


Рис. 63. Проекты конкурса покрытия театра на открытом воздухе над руинами в аббатстве Бад Херсфельд в Мангейме (Германия), 1939 г. а — осуществленное тентовое покрытие театра (архит. Ф. Отто, 1968 г.; продольный и поперечный разрезы, план общий вид; б — эскизы идей, представленных на конкурс;

1 — складные скорлупы с гибким заполнением; 2 — параллельнодвигающиеся несущие конструкции; 3 — параллельные сборки; 4 — с вертикальными несущими арками; 5 — консольные несущие кронштейны; 6 — тенты гепароидной формы; 7 — волнообразные и седлообразные структуры

огромных площадей. Так, в проекте мультиперекрытия над спортивным комплексом (архит. Ф. Отто, 1970 г.) размером $60\,000\text{ м}^2$ (диаметр примерно 300 м) несущая конструкция состоит из двух трубчатых растянутых V-образно мачт (главная из которых имеет высоту 180 м и диаметр 5 — 6 м), нависающих над землей (рис. 64, з). Для проверки

идеи был создан специальный действующий макет.

Наиболее известный пример использования гибких кинематических систем со стационарными несущими конструкциями — перекрытие над театром на монастырских руинах аббатства Бад Херсфельд в г. Мангейме, Германия (архит. Ф. Отто, 1968 г.). Идея конкурса 1959 г., возникавшая в связи с необходимостью проведения летних фестивалей на открытом воздухе в историческом месте, требовала прежде всего невмешательства в существующую застройку и окружение. Поэтому и было предложено решение, где трансформируемое легкое перекрытие висит на 3-метровой мачте, стоящей рядом с комплексом руин и растянутой с одной стороны двумя, а с другой (над театром) 14 тросами (рис. 65, а). Каждая угловая точка полотна укреплена маленькими вспомогательными мачтами. Покрытие площадью 1315 м^2 ($45 \times 37 \text{ м}$) трансформируется за 4 мин.

Не менее интересны и другие проекты, выполненные в рамках проведенного конкурса театра на открытом воздухе в Бад Херсфельде, хотя они и представляют трансформируемые в различных направлениях гибкие покрытия как со стационарными, так и с подвижными несущими конструкциями (рис. 65, б).

Кинематические гибкие структуры с подвижными несущими конструкциями. Несущими подвижными конструкциями могут служить любые пространственные элементы: балки, рамы (прямоугольные, ломаные, криволинейные), арки и др. При *параллельном* движении в процессе трансформации эти несущие элементы перемещаются по параллельным тросам или рельсам (рис. 66, 1) и только в одном направлении. При этом строительная система должна иметь достаточную массу и точно подогнанные размеры движущихся частей и частей, по которым осуществляется движение. В связи с этим точный расчет сечения несущих конструкций позволяет уменьшить величину балласта. В

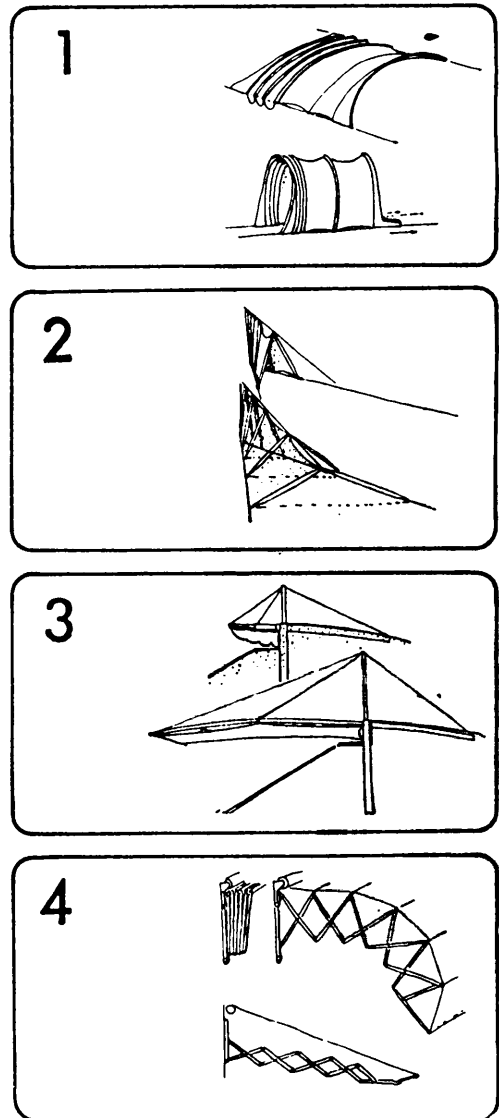


Рис. 66. Виды гибких конструктивных систем при параллельном движении несущих конструкций [107]
1 — движение по параллельным направляющим (тросы,

рельсы); 2 — движение по сходящимся направляющим (несущие элементы с подвижными узлами); 3 — телескопические консольные крыши; 4 — маркизы

практике проектирования применение этого принципа не дает примеров использования тросов более 25 м. Если детали рам состоят из подвижных уз-

а

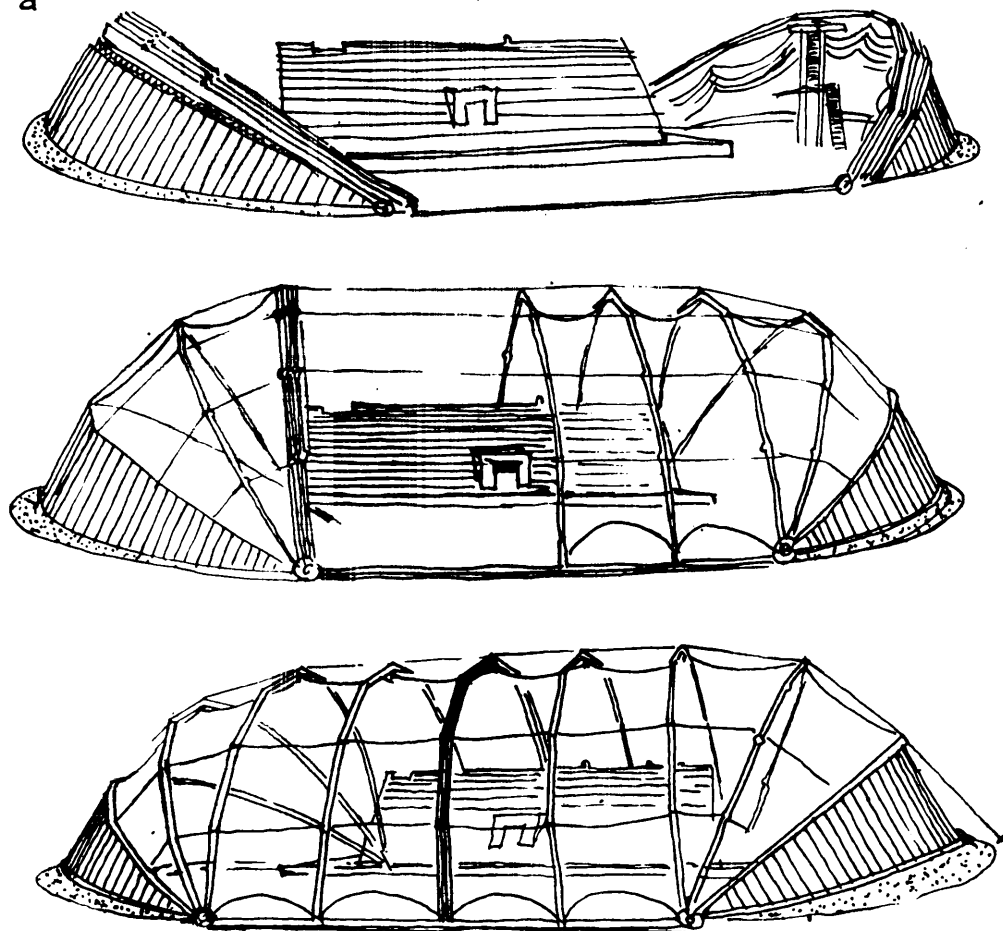
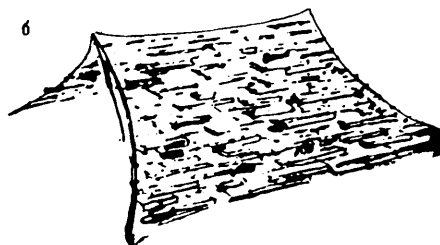


Рис. 67. Кинематические гибкие структуры при параллельном движении несущих конструкций (с. 163 — 166)
а — проект бассейна (авторы Г. Минке, Т. Заге, Англия, 1968 г.); б — эскиз к проекту "Жилой холм", 1961 г., об-

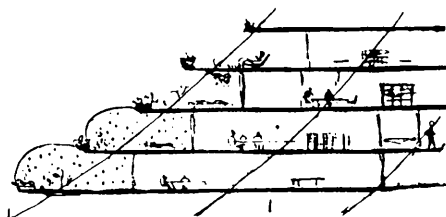
щий вид, разрез; в — переносимый пневматический мост (Англия, 1965 г.); г — пневматический навес (1961 г.), общий вид, стадии трансформации в разрезе; д — виды консольных крыш; е — виды маркиз

б

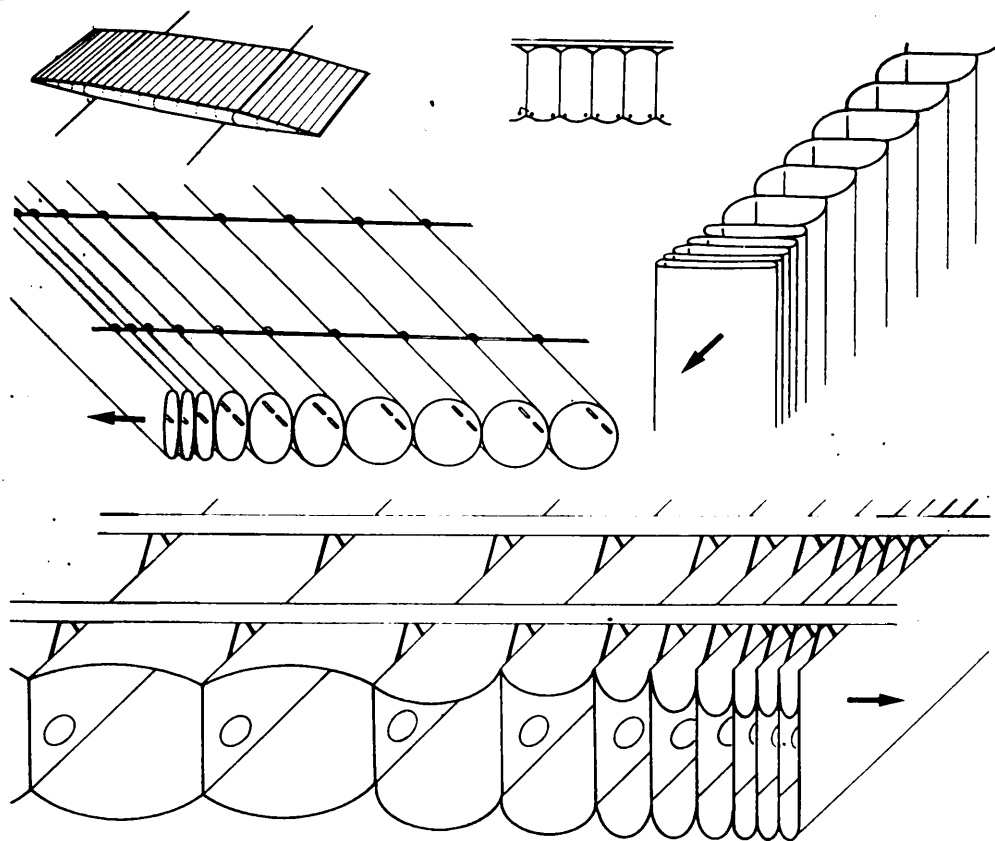


лов, то их форма может изменяться в процессе движения (рис. 66, 2).

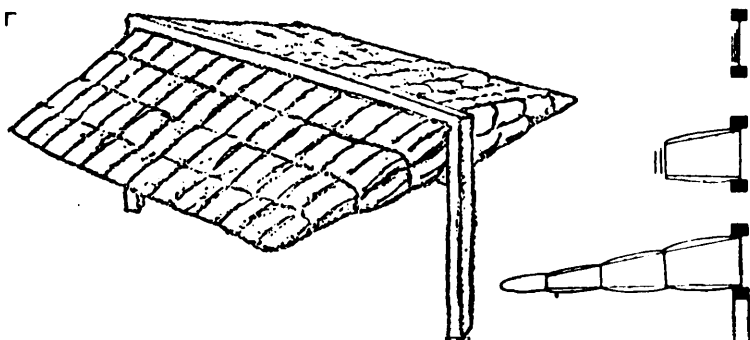
Рассматриваемые типы конструктивных систем не нашли еще пока широкого использования. По-видимому, это связано с трудностями точного изготовления таких конструктивных систем. Заслуживает внимания (рис. 67, а) один из разработанных английскими



В

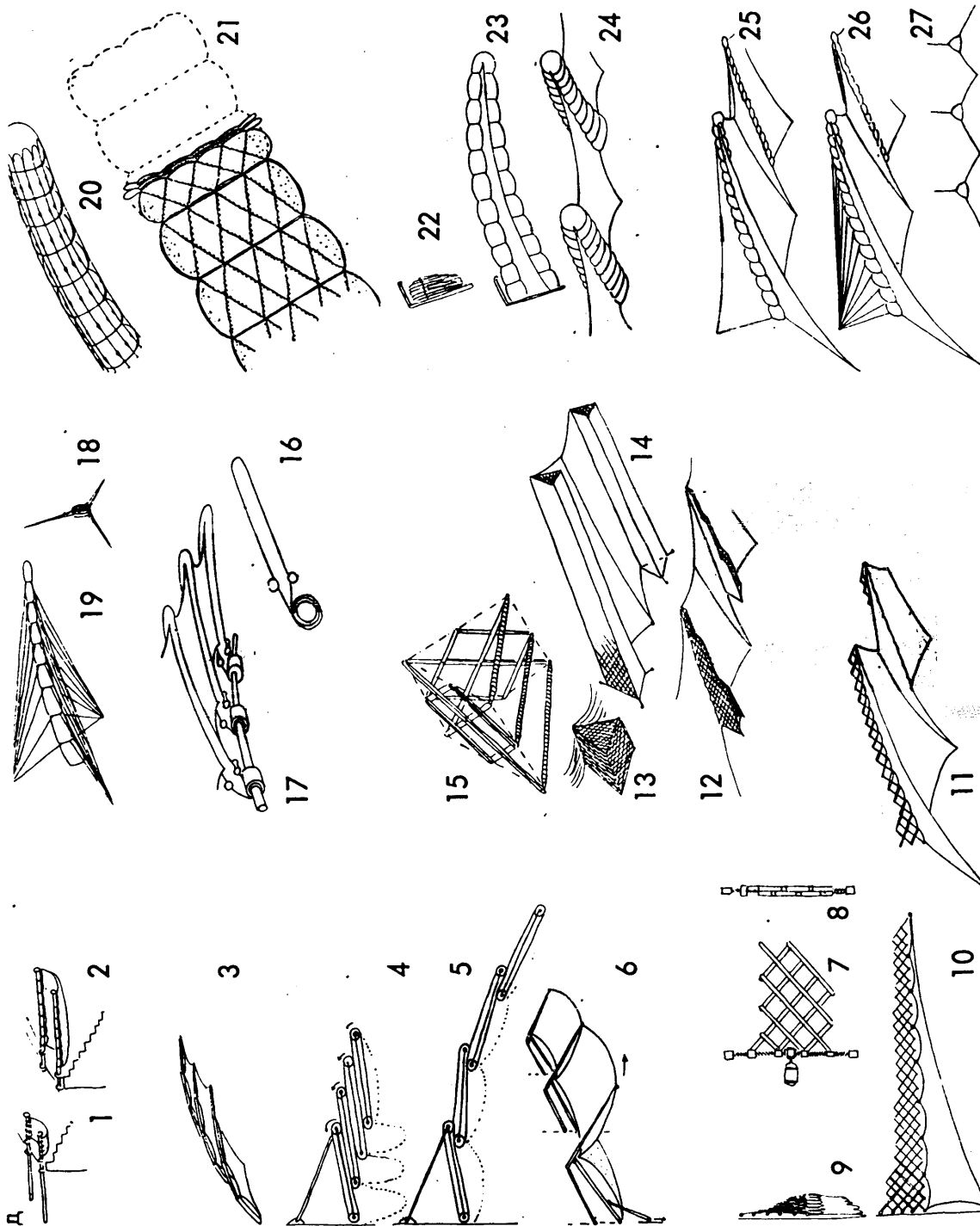


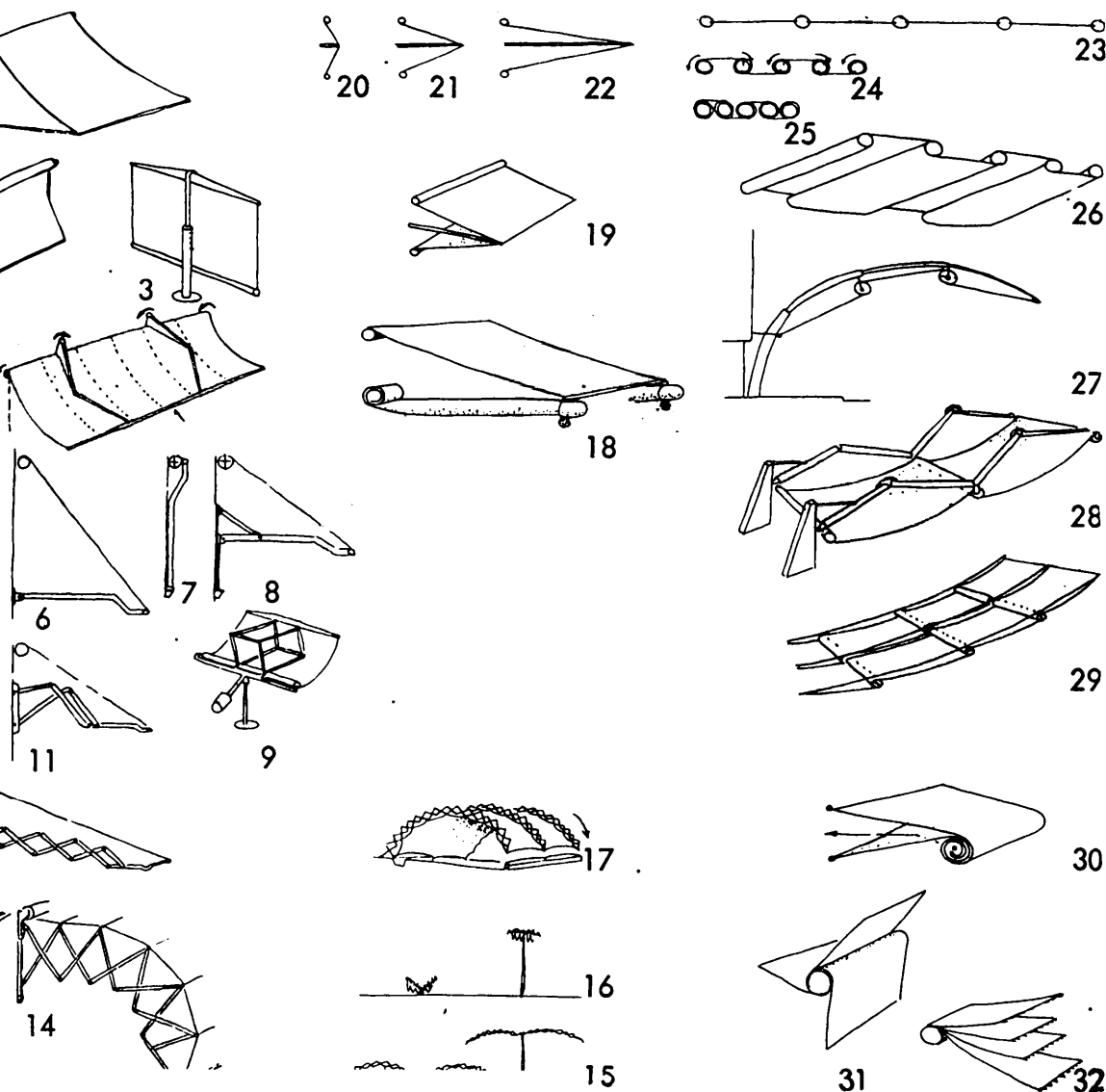
Г



студентами проектов бассейна с трансформируемым перекрытием. К арочным несущим конструкциям прикреплены гибкие элементы покрытия.

Движение арок начинается от середины в разные стороны, что допускает вариантное использование пространства зала бассейна. В открытом состоянии ар-





ки сложены одна к другой и лежат на торцовых стенах здания бассейна. Для сохранения параллельности движения арок и легкости складывания гибких элементов покрытия предусмотрены продольные ванты, которые удерживают арки в вертикальном положении и стабилизируют устойчивость всей конструктивной системы против ветровых нагрузок.

Эскизное предложение покрытия над огромным пространством жилого образования — "Жилой холм" (1961 г.), где террасно расположенное жилье может перекрываться в плохую погоду параллельнодвигающимся гибким покрытием, предполагает использование террасы жилых квартир в течение всего года (рис. 67, б). Прозрачная пленка натягивается над террасой вручную и за-

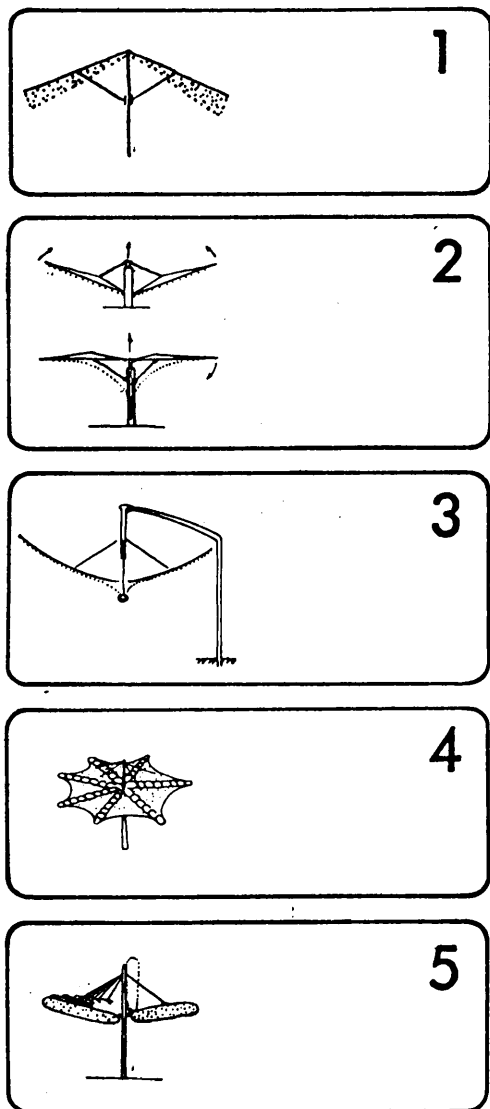


Рис. 68. Виды гибких конструктивных систем при центрально-периферическом движении несущих конструкций [107]

1 — схема обычного зонта; 2, 3 — способы использования зонтов; 4, 5 — пневматические зонты

крепляется, а легкое внутреннее давление стабилизирует его форму.

В практике дорожного строительства с успехом используется транспортальный пневматический мост (рис. 67, в) массой 350 кг и пролетом 5,5 м, кото-

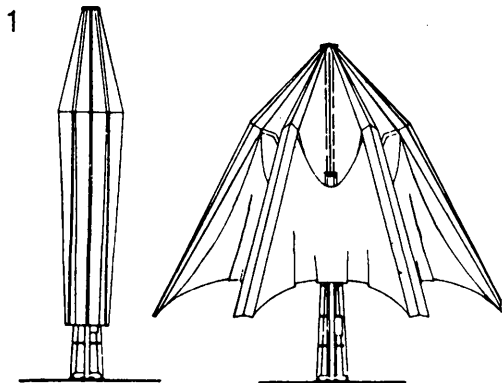
рый после трансформации и установки может нести нагрузку в 1 т.

К разряду несущих конструкций с параллельным движением можно отнести и телескопически выдвигаемые консольные крыши и маркизы (см. рис. 66, 3 и 4). Так, в 1961 г. была предложена конструкция пневматического навеса (рис. 67, г) с применением телескопического принципа трансформации отдельных гибких камер под давлением воздуха. При откачке воздуха камеры возвращаются в положение хранения.

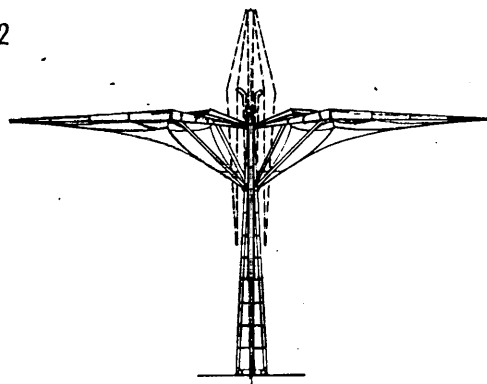
Консольные крыши в зависимости от принципа конструктивного решения могут иметь разнообразные формы (рис. 67, д). Например, в виде горизонтально выдвигаемых штанг, при движении которых трансформируются и гибкие элементы покрытия (1 — 2). Вместо штанг может быть использовано телескопическое устройство с роликами и тросами (4, 5, 6) или так называемые ножничные решетки (7 — 11). Применение таких решеток в пространственных трансформируемых консолях треугольного сечения придает большую стабильность в работе конструкций (12 — 15). Возможно также использование в качестве гибких элементов пневматических конструкций в виде шланга (16, 17) или баллонообразных камер, образующих воздушную штангу, растянутую в трех направлениях (18, 19). Возможны варианты пневматических напряженных мембран, где трансформация происходит при надувании (и сдувании) отдельных камер друг за другом (20, 21). Соединяясь между собой с помощью жестких элементов или тросов, пневматические консоли могут образовывать довольно большие по площади покрытия (22 — 27).

Рассматриваемый тип конструктивной системы целесообразен и при создании трансформируемых солнцезащитных устройств — маркиз (рис. 67, е). Так же, как в консольных крышах, здесь элементами конструктивной системы служат гибкие элементы, ролики и штанги с шарнирными узлами (1). Маркизы могут быть как вертикальны-

а



2



3

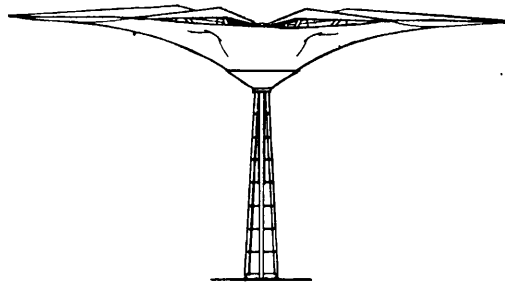
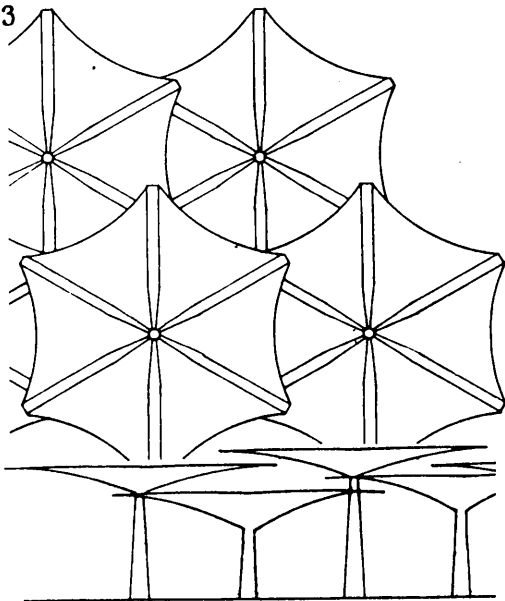


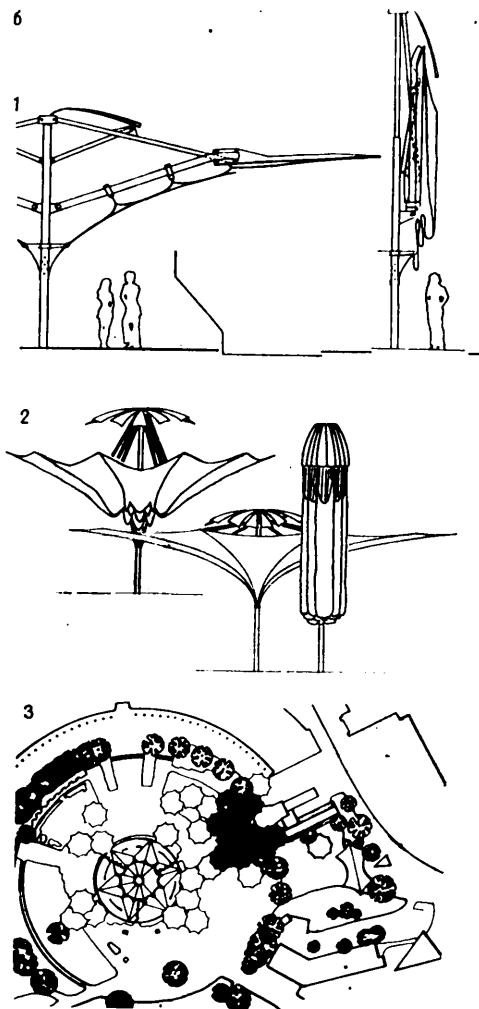
Рис. 69. Кинематические гибкие структуры при центрально-периферическом движении несущих конструкций (с. 168 — 171)

а — зонтичные покрытия для площади у здания собора в Константинополе (1964 г.); 1 — сложенная и полуразложенная структура (фасад); 2 — раскрытая структура (разрез и фасад); 3 — схема компоновки (план); б — зонтичные покрытия для смотровой площадки в парке г. Кельна

(1969 — 1970 гг.): 1 — раскрытая и сложенная структура, разрез; 2 — стадии трансформации, фасад; 3 — ситуационный план; а — проект покрытия над сценой театра в Бад Херсфельде (Германия), 1970 г., план покрытия; б — пневматические зонтичные системы на всемирной выставке в Осаке, 1970 (Япония); 1 — разрез зонта; 2 — схема блокировки; 3 — схема стадии закрытия

ми, так и наклонными (2), а также с телескопически выдвигаемыми (3) или с поворачивающимися ломаными (4) штангами. В практике строительства часто встречаются маркизы с откиды-

вающимися штангами (5 — 8) и с ножничными решетками (9 — 17). Возможна трансформация маркиз с использованием пневматически выдвигающихся штанг (18). В случае двойных мембран, получаемых при выдвигании телескопических штанг (19 — 22), возникает возможность возвращения мембран в исходное положение. Если несколько мембран соединить роликами, то скорость трансформации значительно возрастает (23 — 26). Применение телескопически выдвигаемых штанг возможно как при стоящих криволинейных и ломаных, так и висячих системах (27 — 29). Скручивание одно-



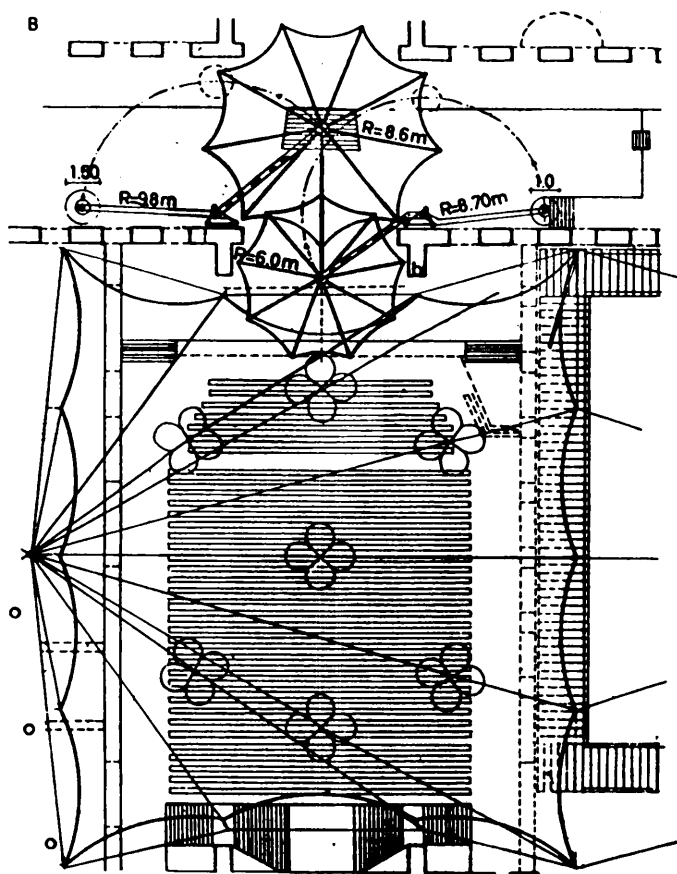
временно двух или нескольких мембран позволяет получить многомерную систему (30 — 32).

Гибкие кинематические конструкции системы с движущимися несущими конструкциями с *центрально-периферическим* движением в процессе трансформации в проектной и строительной практике представлены старейшими покрытиями такого типа — зонтами (рис. 68). Структура такого рода конструкций состоит из вертикальной стойки, к верхней части которой прикрепле-

ны радиально расположенные спицы, которые в свою очередь соединены распорками с несущей стойкой (рис. 68, 1). В очень узком пространстве, где нет возможности раскрыть обычную зонтичную конструкцию, возможен вариант, когда стойка раздвигается телескопически, а зонты раскрываются и занимают любое нужное положение (рис. 68, 2, 3). Но покрытия значительно больших размеров, чем при рассмотренном обычном способе, можно создать, используя пневматические конструкции (рис. 68, 4, 5).

Зонты широко используются для создания временного защитного покрытия от дождя или солнечных лучей, в первую очередь при устройстве кафе, ресторанов, базаров и т. п. Так, одним из старейших примеров может служить трансформируемый "гриб" диаметром 12 м, возведенный в отеле "Баур-ау-Лак" в Цюрихе, Швейцария, еще в 1943 г. фирмой "Штекен-Шторен". Разработанная этой же фирмой подобная конструкция того же размера использовалась в 1968 г. в кафе "На Вассертурм" в Маннхайме, Германия. Особенность конструкций — основная стойка телескопически выдвигается, и трансформация гибкого полотна осуществляется также телескопически. В кафе "Канцлер" во Франкфурте (1970 г.) при универмаге "Бад Годесберг" (1969 г.) той же фирмой возведены воронкообразные зонты, которые, сочетаясь с обычными зонтами, дают интересные композиционные решения. В 1964 г. фирмой "Л. Штромайер и К°" разработан проект складывающихся покрытий в виде зонтов диаметром 8,5 м для участка при соборном здании в Константинополе (рис. 69, а).

Более значительны по размеру зонтичные покрытия в городском парке в Кельне, Германия, на смотровой площадке, которая находится между музыкальным павильоном на 2000 посадочных мест и двумя танцевальными площадками. Смотровая площадка снабжена 800 посадочными местами и перекрыта свободно стоящими друг за



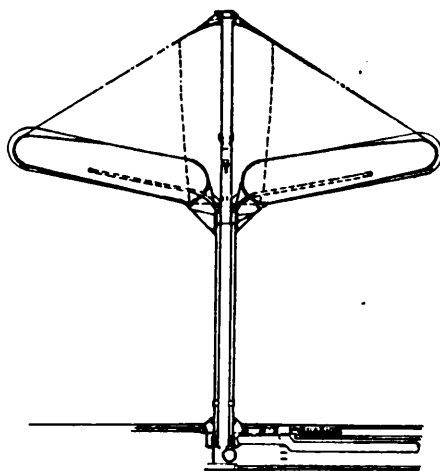
другом зонтичными покрытиями площадью по 200 м^2 каждые (рис. 69, б). Высота перекрываемого пространства $3,3 \text{ м}$, при складывании она значительно увеличивается за счет телескопически выдвигаемой стойки.

Конкурс на покрытие над театром на руинах в Бад Херсфельде (1970 г.) также дает ряд примеров применения рассматриваемого типа конструктивной системы (рис. 69, в). В связи с желанием актеров перекрыть и пространство над сценой было предложено решение, при котором два воронкообразных зонта свободно висели над серединой сцены, не задевая исторических зданий, и могли на тросах перемещаться над всем пространством сцены. Нельзя также не вспомнить знамени-

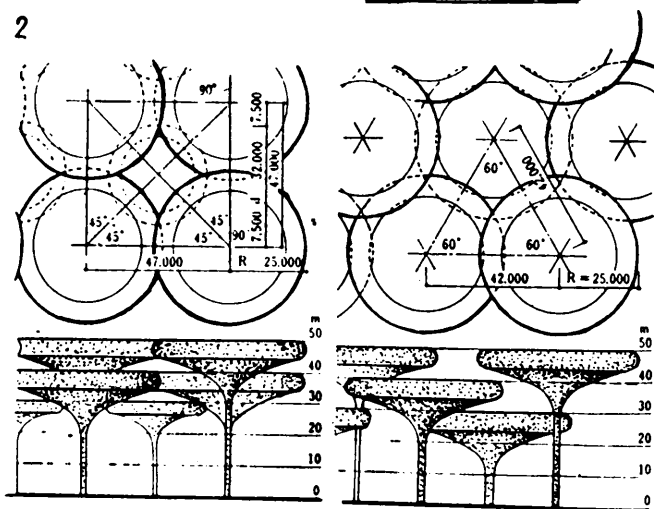
тый складной решетчатый купол Е. П. Пиньеро огромных размеров, который может трансформироваться с грузовика, что позволяет широко его использовать на практике.

Как уже отмечалось, применение пневматических гибких пленок для данных конструктивных систем дает значительные преимущества в получении перекрываемого пространства больших размеров. Еще в 1969 г. группой архит. С. В. Миллера была разработана серия зонтичных пневматических конструкций, возводимых для защиты перекрываемой площади от дождя и солнца. Расположение их на террасообразном рельефе непосредственно друг за другом позволило устроить под их "сенью" различные места для торговли

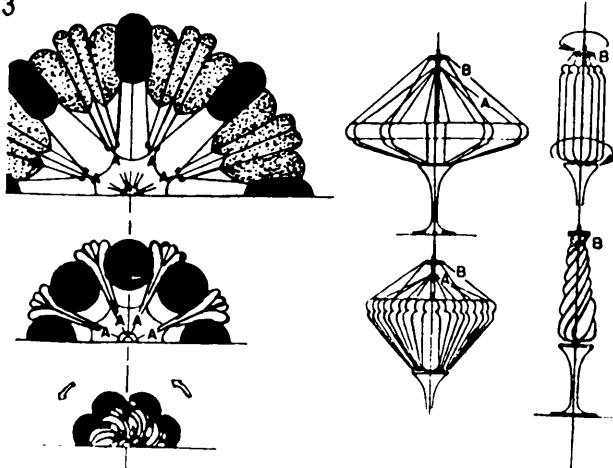
1



2



3



или отдыха. Но особенного успеха в этой области достигли японские архитекторы и строители. Для всемирной выставки в Осаке в 1970 г. были предложены различные варианты непрерывного перекрытия пространства с использованием зонтичнообразных пневматических систем (рис. 69, г). Круглые, разделенные на радиальные секции гибкие пневматические покрытия соединены наверху по краям тросами с основной мачтой. После сдутия воздуха при закрытии зонта конструкция складывается кверху (по типу цветка) и закручивается вокруг мачты.

Циркулярное движение в процессе трансформации несущих конструкций гибких кинематических систем (рис. 70) предусматривает вращение вокруг оси жестких пространственных прямолинейных (1) или криволинейных (2) элементов, к которым присоединены гибкие ограждающие или перекрывающие элементы. В данном случае при горизонтальном вращении обязательным условием является одновременное вращение противоположащих несущих элементов, чтобы не создавался неравномерный момент вращения. Иначе возможно нарушение стабильности сложной системы, что потребует устройства дополнительных контрфорсов (3). При вертикальном циркульном движении в процессе трансформации раскладывание конструкции зачастую происходит под действием ее массы (4), что характерно для так называемых захлопывающихся маркиз. Они могут также использоваться и на висячей сетке из тросов (5), а могут быть пневматическими.

Среди известных проектов рассматриваемого типа наиболее интересен проект изменяемого театра (архитекторы Х. Оль и В. Рамштайн, 1961 г.). Смонтированный театр на 500 посадочных мест привозится в сложенном виде на двух грузовиках-буксирах (рис. 71, а). В результате трансформации по кругу образуется крытое пневматической структурой пространство театра. Энергетическое обеспечение для трансформации и отопления театра даются от

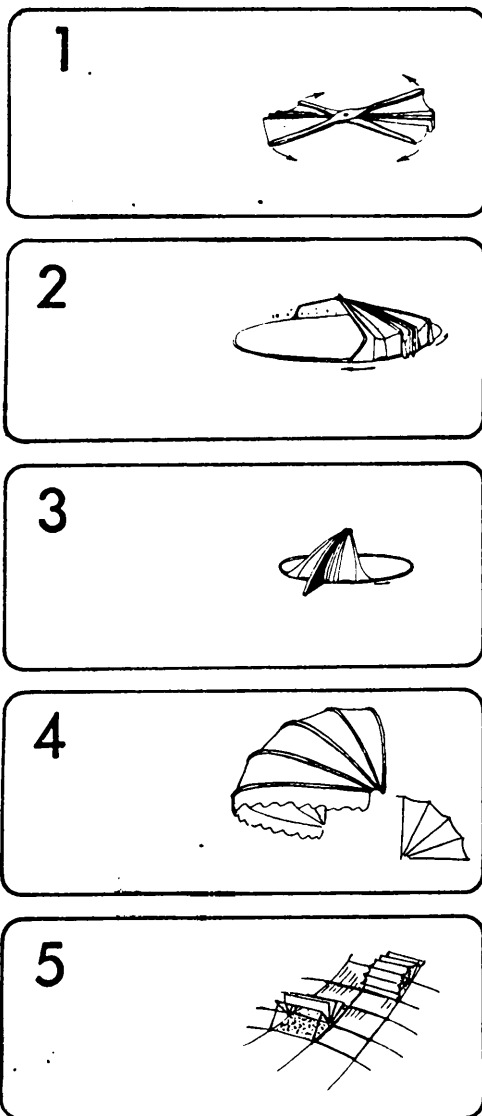


Рис. 70. Виды гибких конструктивных систем при циркульном движении несущих конструкций [107]

1 — несущие конструкции в виде прямых балок; 2 — то же, арки или рамы; 3 — использование контрфорсов; 4, 5 — маркизы

моторов грузовиков, кабины которых служат помещением для кассира и администрации. Аналогичен ряд проектных студенческих работ с выполненными действующими моделями: проект

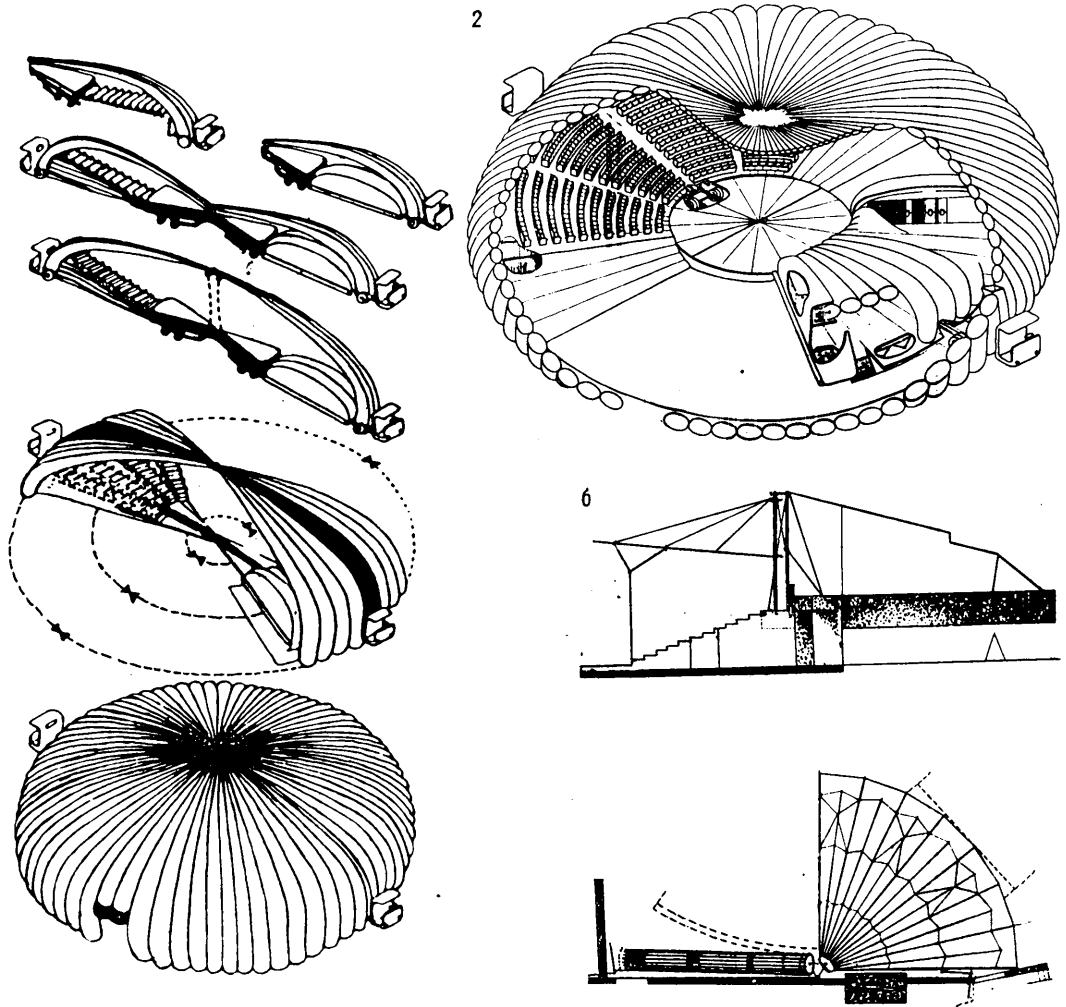


Рис. 71. Кинематические гибкие структуры при циркульном движении несущих конструкций (с. 173 — 175)
 а — проект изменяемого театра (студийная работа в архитектурной высшей школе г. Ульма, архитекторы Х. Оль и В. Рамштайн, 1961 г.); 1 — стадии трансформации; 2 — интерьер (разрез); б — покрытие над театром в Нойенштадте (Германия, архит. Е. Кресс, 1970 г.); разрез, план; в

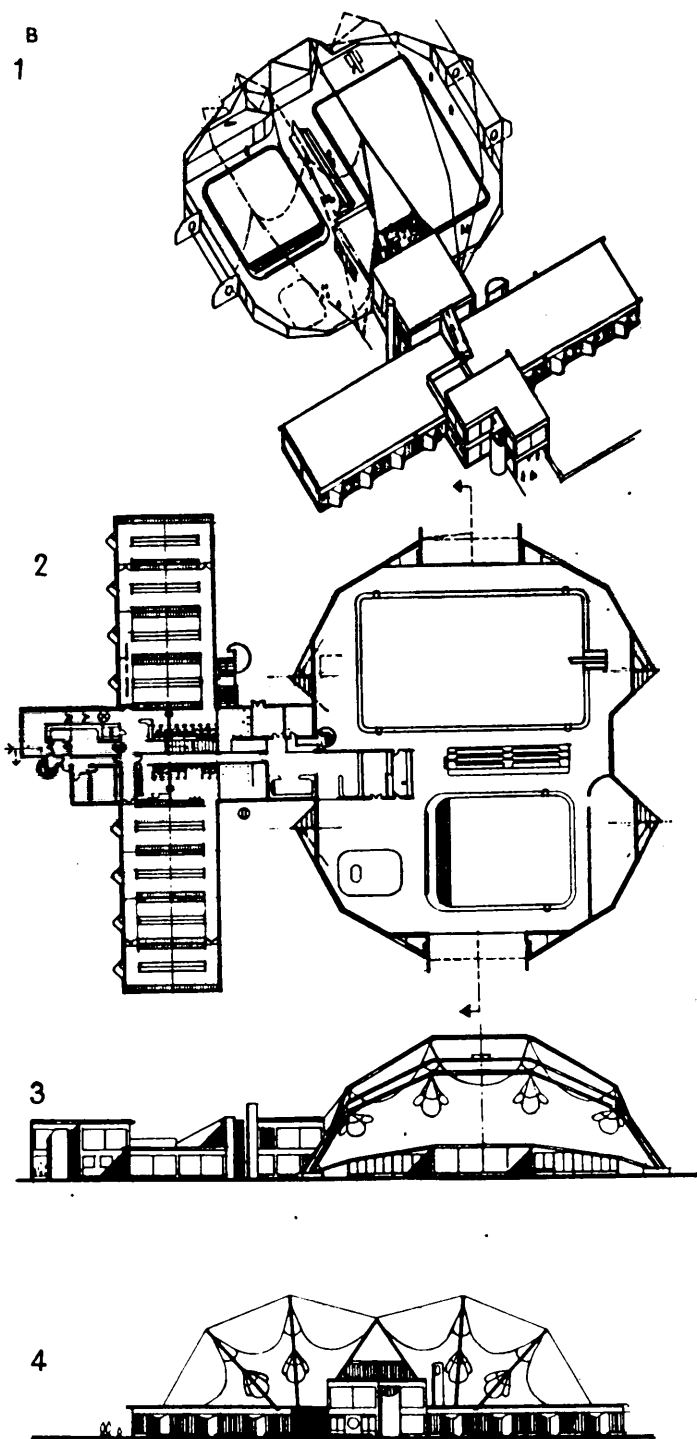
— проект бассейна (французский конкурс, архитекторы П. Шеметов и Ю. Дероче, 1969 г.); 1 — аксонометрия; 2 — план; 3, 4 — торцевой и продольный фасады; г — театр на открытом воздухе в Ягстхаусе (Германия), 1970 г.; 1 — план; 2, 3 — разрез; д — трансформируемое пневматическое покрытие (архит. Р. Лапорте, 1970 г.); 1 — фасад в рабочем состоянии; 2 — узлы соединений — разрез

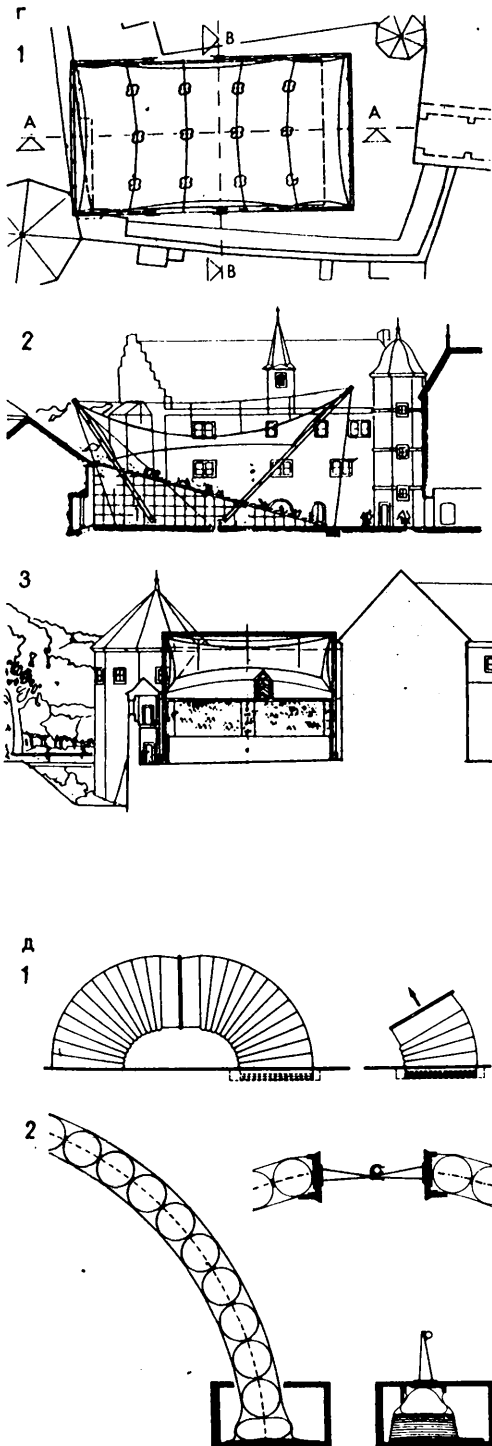
бассейна площадью 1550 м^2 (автор Р. Кригер, 1970 г.) и проект павильона (автор И. Силщиц, 1968 г.).

Из реализованных проектов известно: полукруглое покрытие над театром на открытом воздухе в Нойенштадте,

Германия (1970 г.). Трансформируемое плоское зонтичное покрытие из светлой синтетической пленки перекрывает пространство 260 м^2 (радиус 12 м) над зрительскими трибунами с 500 посадочными местами (рис. 71, б). Складная плоскость покрытия снабжена системой вант и тросов, позволяющих не только поддерживать полукруглую плоскость, но и производить и регулировать процесс складывания и раскладывания конструкции.

По типу огромных маркиз устроено покрытие над бассейном в проекте,





представленном для участия во французском конкурсе 1969 г. (авторы П. Шеметов и Ю. Дероче). Конструкция состоит из шести движущихся и двух стационарных трубчатых арок (рис. 71, а). С каждой торцевой стороны бассейна трансформируется по три арки, что позволяет варьировать открывание или закрывание пространства зала площадью 1440 м^2 ($48 \times 40 \text{ м}$). Стационарно перекрытая часть зала находится между плавательными ваннами и напротив входа в подсобный корпус.

Проект театра на открытом воздухе в Ягстаузе, Германия, предусматривает трансформируемое перекрытие на трибунах, которые сооружаются на время фестиваля и могут быть демонтированы после его закрытия (рис. 71, з). Гибкое покрытие натянуто между двумя рамами, одна из которых может вращаться по вертикали вокруг своего основания и наклоняться к другой раме, что позволяет складывать покрытие на задней стороне трибун. Для устойчивости всей конструкции и проведения автоматической трансформации между рамами и краями гибкого покрытия предусмотрена система вант и тросов. Предложенная конструктивная система проста в изготовлении и в эксплуатации, а также не требует устройства специальных фундаментов или устройств, нарушающих существующее окружение. Перекрываемая площадь 460 м^2 ($28 \times 17 \text{ м}$), трансформация покрытия осуществляется за 5 мин.

Рассматриваемые конструктивные системы используются не только в общественных и спортивных зданиях, но и в жилых. Так, в жилом доме в Штутгарте (архит. Р. Хольцапфель, 1969 г.) конструкция перекрытия решена аналогично предыдущему примеру и симметрично откидывается от стационарной части. В сложенном состоянии здание легко устанавливается в кузов грузовика. После трансформации через 2 ч образуется пространство 12 м^2 ($4 \times 3 \text{ м}$). Принцип трансформации типа "маркиза" применен во многих проектах жилых домов (проект городских жилых

форм, архит. Ю. Мутлов), гаражей (проект складывающегося гаража, архит. Р. Давсон, 1961 г.), палаток. Используются также пневматические конструкции (рис. 71, д), образующие покрытие в результате циркульного движения двухчастной гибкой струны.

Говоря о кинематических структурах, нельзя не отметить так называемые скручивающиеся или скатывающиеся их типы (рис. 72). Способы скручивания плоских элементов зависят от их формы: прямоугольной (1 — 5), конусообразной (6) или цилиндрической (5). Прямоугольная плоскость может скручиваться по вертикали как сверху вниз (8, 9), так и из стороны в сторону (11), имея жалюзные узлы соединения (10). Использование дополнительного противовеса (12 — 14) облегчает процесс трансформации. При горизонтальном скручивании гибких структур их можно применять для перекрытий (15), состоящих из нескольких разворачивающихся один за другим (16, 17) рулонов. Горизонтальное свертывание предполагает различные решения узлов: специальные роликовые устройства при небольших пролетах (18, 19), а при крупнопролетных решениях — устройство специальных роликовых лент или тросовых приспособлений (20, 21) или дополнительных жестких элементов для ветровой стабилизации, толщина которых должна учитываться при скручивании (22 — 24). При вертикальном раскручивании можно использовать груз на нижней сужающейся части мембраны (25, 26), что обеспечивает трансформацию вручную.

Треугольные скручивающиеся мембраны целесообразны при центрально-периферическом движении в процессе трансформации (27 — 30). Примером может служить проект павильона США на Всемирной выставке в Монреале. При скатывании пленок из слоеной ткани неизбежно возникновение складок (31 — 34), а при использовании седлообразных сеток такой дефект исключается (35, 36). Безграничны сферы использования конусообразных скручи-

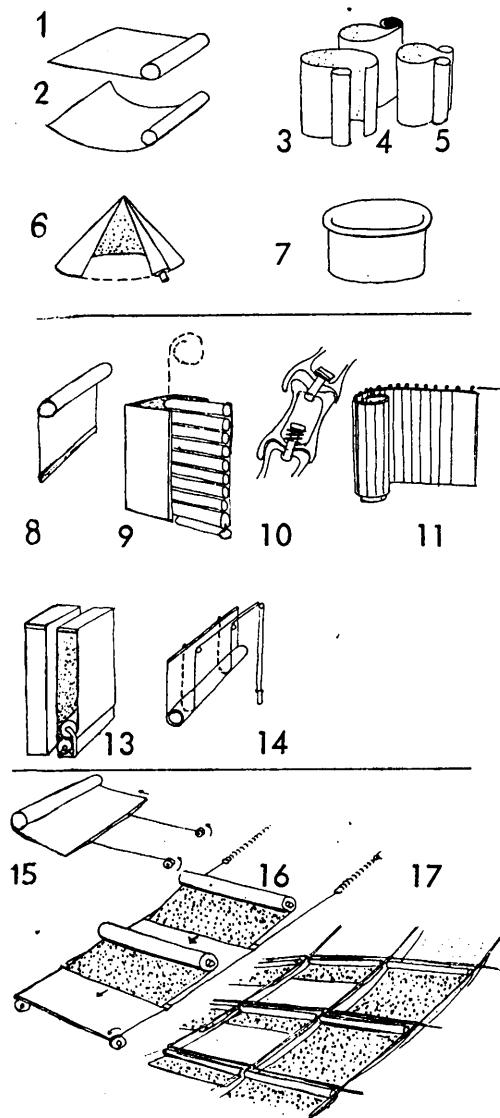
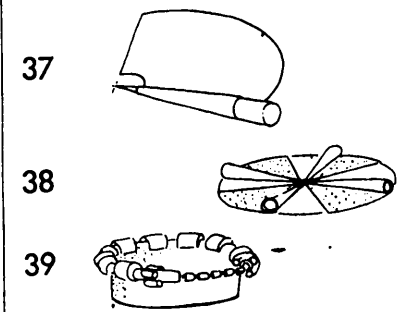
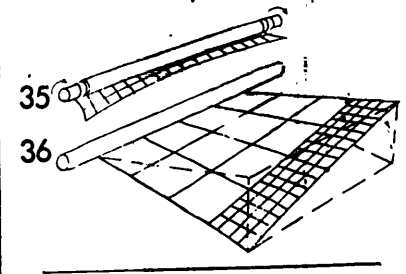
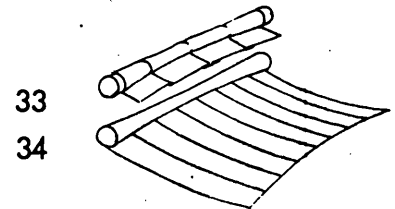
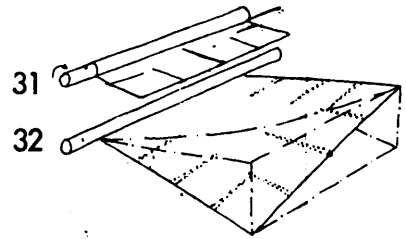
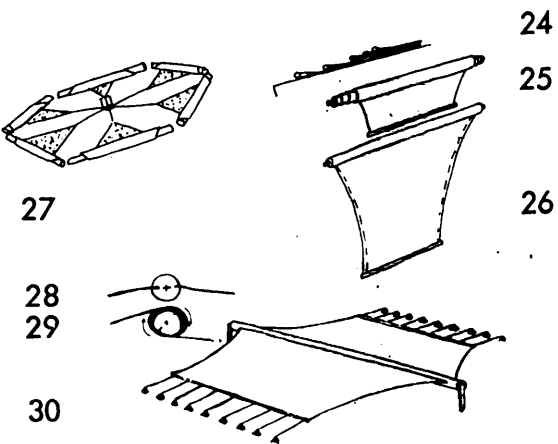
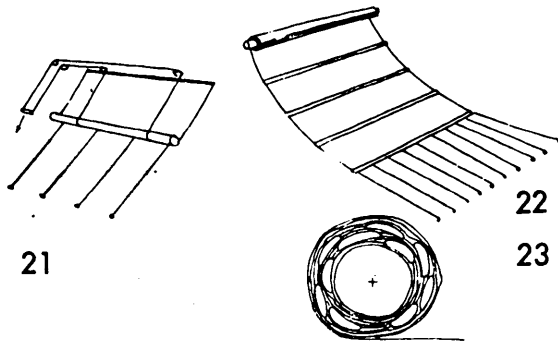
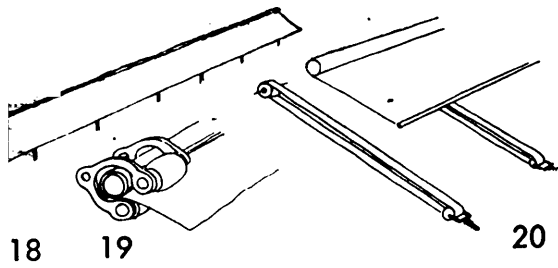
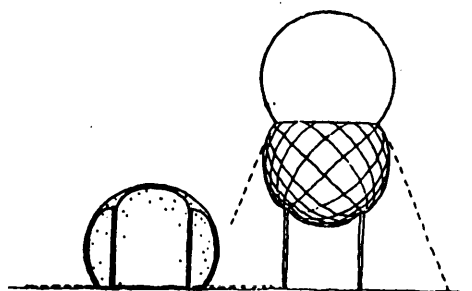
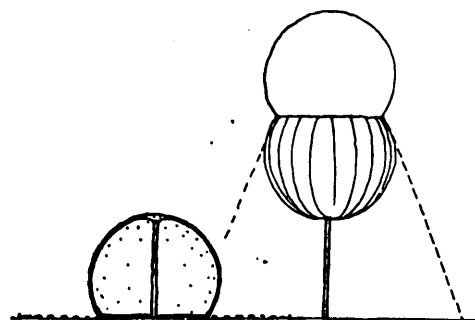
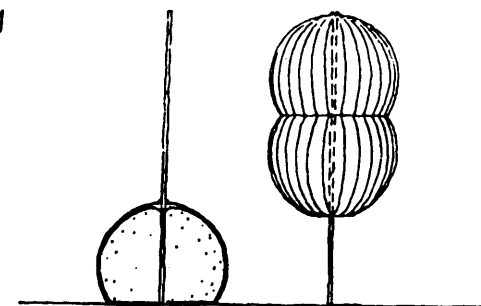


Рис. 72. Скручивающиеся гибкие кинематические системы [107]



а
1

2

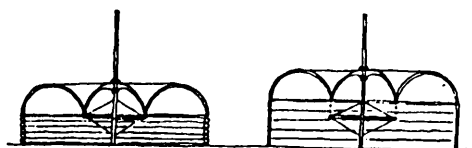
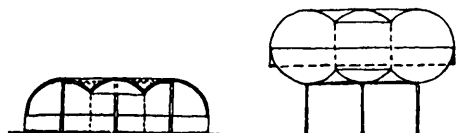
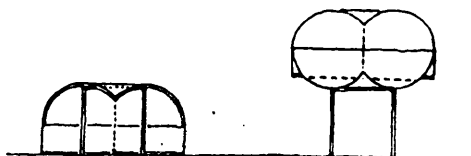
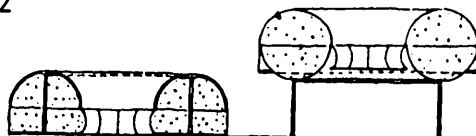
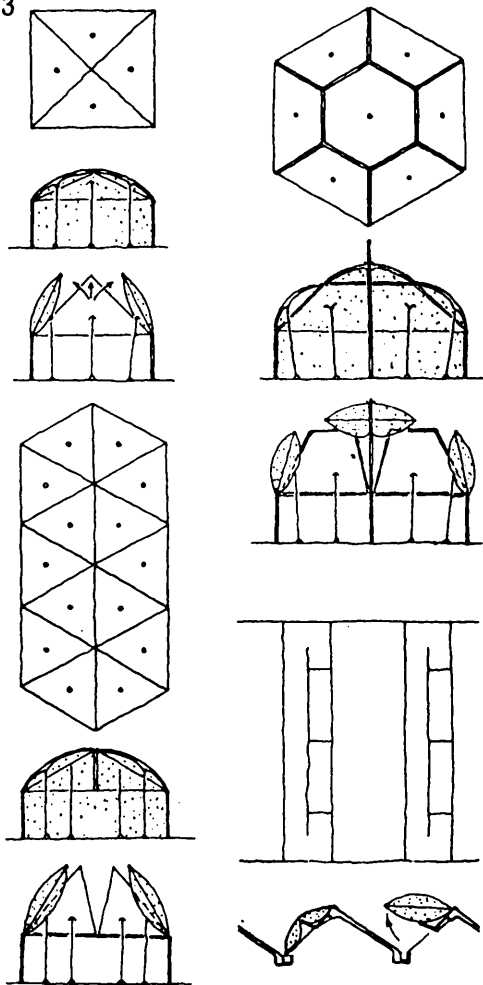


Рис. 73. Формы пневматических трансформируемых структур (с. 178 — 188)
а — завернутые камеры: 1 — на жесткой стойке; 2 — на жестком объеме; 3 — на жесткой структуре; б — завернутые шланги (трубы): 1 — на жесткой стойке; 2 — на жестком объеме; 3 — для подъема

покрытия; в — валикообразные: 1 — торы; 2 — валики; г — скручивающиеся шланги: 1 — спирально скручивающиеся; 2 — трубчатые; 3 — трубчатые несущие элементы; д — прочие формы: 1 — конусообразные; 2 — сочетание различных форм

3



ваний мембран (37, 38), а также с цилиндрическими поверхностями (39).

При реализации проектов с гибкими кинематическими системами важное значение имеет решение ряда проблем — технических, технологических, эксплуатационных, трансформативных и др. Особого внимания требует решение узлов и деталей сочленения гибких элементов с жесткими, а также с тросами и вантами; решение угловых и пикобразных узлов, а также точек подвешивания мембран; соединение элементов при волнообразных складча-

тых мембранах (узлы ребер и выемок и др.); решение узлов и их герметизация при соединении гибкой трансформируемой мембраны со стационарными элементами здания. При этом возникают проблемы отвода дождевых осадков, не говоря уже о гарантированности работы и устойчивости всей конструкции к ветровым и снеговым нагрузкам. Все эти и другие специальные вопросы, имеющие огромное значение при решении всего комплекса проблем конструктивной системы, успешно решаются [107].

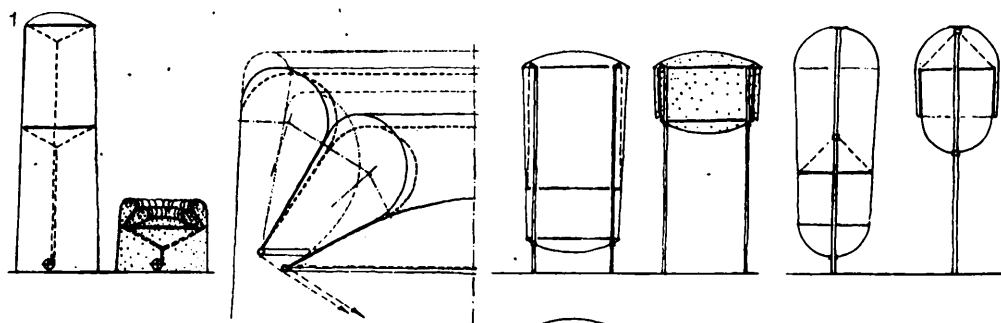
Особое место среди гибких кинематических структур занимают пневматические структуры [73, 92, 93, 108].

Этот тип конструктивных систем частично уже рассматривался в предыдущих разделах. Значительный интерес представляют архитектурные объекты, изменяющие свою форму с помощью пневматической трансформации, т. е. за счет разницы наружного и внутреннего давления воздуха (газа, жидкости или наполнения сыпучего материала).

Использование принципа пневматической трансформации архитектурных объектов дает большие возможности для их формообразования и получения контрастных форм начальной и конечной стадий трансформации зданий и сооружений. Из всех возможных способов построения гибких кинематических структур путем пневматической трансформации особенно характерны те, которые основаны на геометрических параметрах исходной формы объекта и на особенностях пневмодинамики конструкции.

Один из таких способов использует принцип так называемых завернутых камер, где пневматические объемы различной конфигурации в исходном положении представляют собой двуслойные камеры, прикрепленные к жесткой стойке, жесткому объему или другой жесткой пространственной структуре. При подаче воздуха внутрь камеры и создании разницы давлений такая конструкция разворачивается (подобно

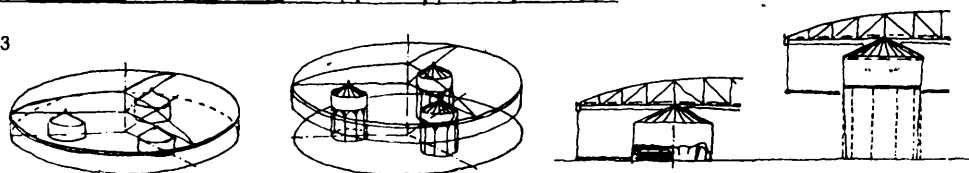
6



2

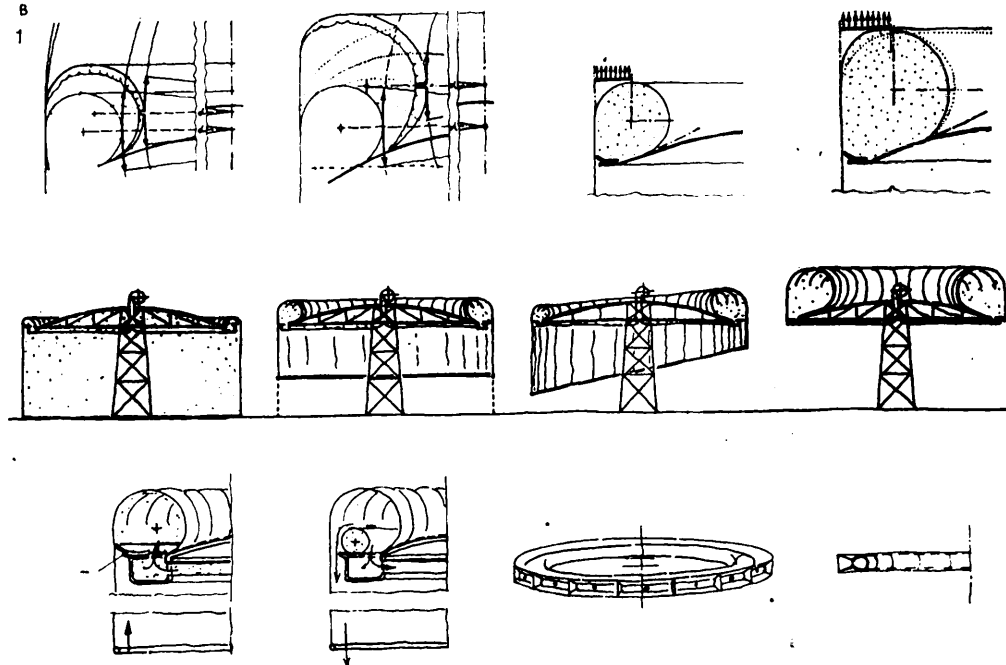


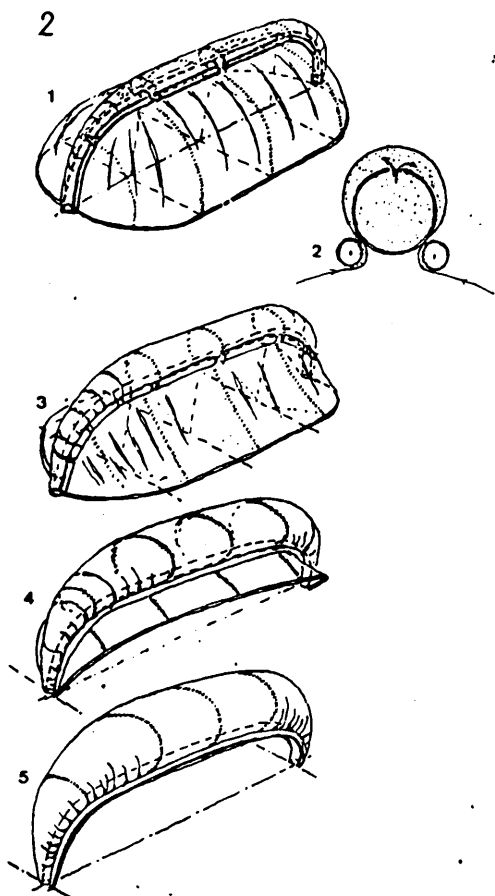
3



В

1





растению) и образует запроектированный объем (рис. 73, а). Причем такой способ применим для получения как целых кинематических гибких структур с помощью пневматической трансформации, так и отдельных элементов (покрытия или ограждения).

Для этих же целей целесообразны структуры, по форме напоминающие завернутые (отвернутые) шланги или трубы (рис. 73, б). Такой способ позволяет разворачивать как целые объемы, так и элементы зданий, а также использовать такие структуры для поднятия

перекрытия (или кровли). Эти структуры в сложенном состоянии представляют собой двуслойные камеры и очень компактны.

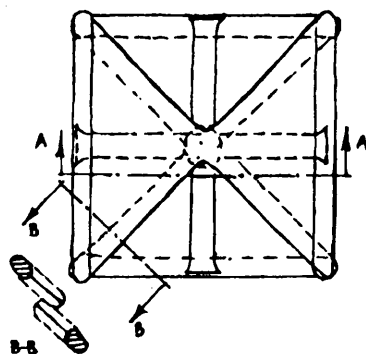
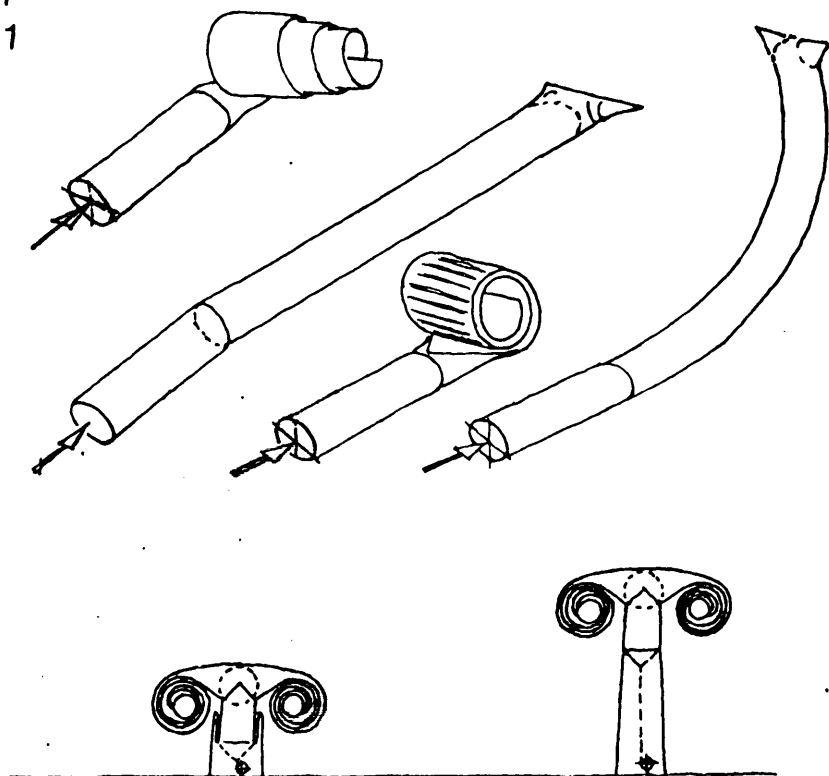
Для подъема крыши возможен способ пневматической трансформации с помощью валикообразных конструкций (рис. 73, в). А для создания несущих или самонесущих покрытий (или их элементов) пригодны пневматические конструкции в виде скручивающихся шлангов или гибких трубок (рис. 73, г). Этот способ рекомендуется для создания различных пневматически трансформируемых объектов, где для экономии материала и уменьшения толщины конструкции применяются только надувные несущие элементы (рис. 73, д).

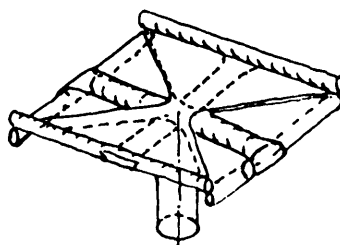
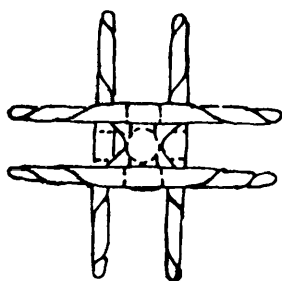
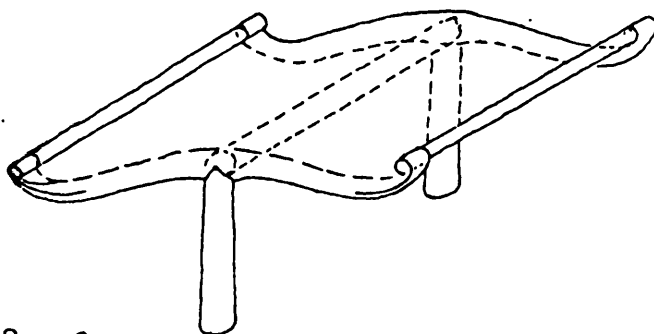
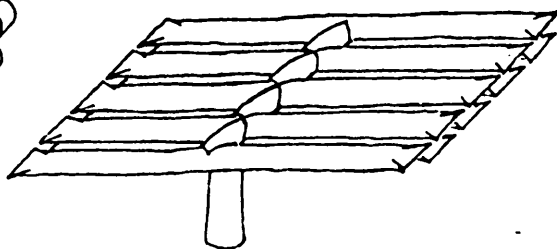
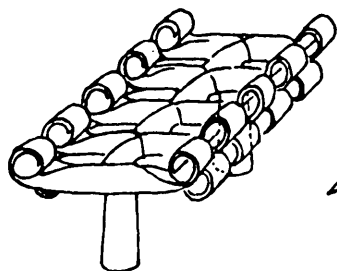
Сочетание между собой рассмотренных типов гибких кинематических структур с пневматической трансформацией дает большие варибельные возможности в формировании архитектурных объектов. Этому способствует использование различных форм первичных трансформируемых элементов (рис. 73, д): конусообразных, торообразных, цилиндрических разной длины и диаметра и т. д. Дальнейшее развитие этого направления в создании гибких кинематических структур дает практически безграничные возможности комбинаторных сочетаний. Это позволяет использовать принципы программированного формирования, нацеленные на моделирование инвариантных закономерностей, способных породить новые серии форм.

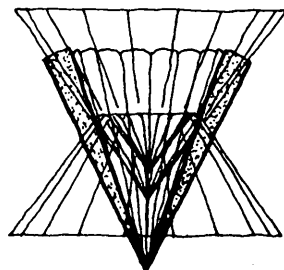
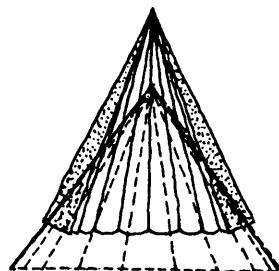
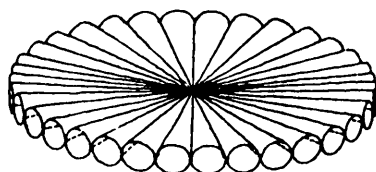
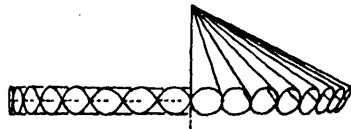
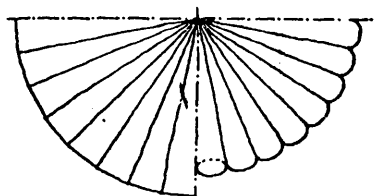
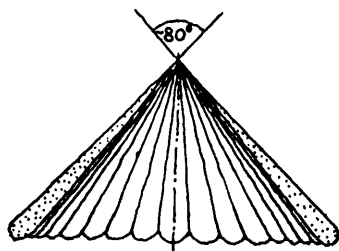
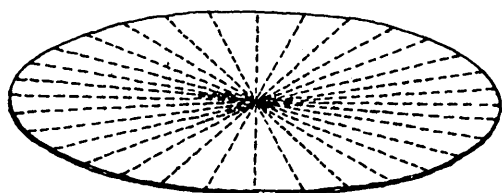
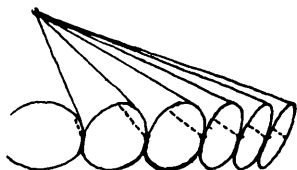
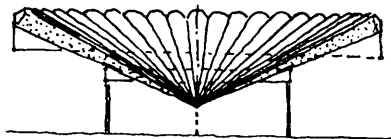
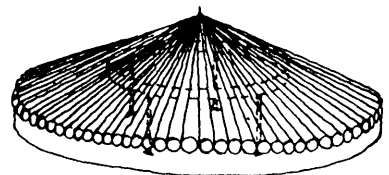
О разнообразии форм и областей применения пневматических конструкций можно судить по каталогу, созданному творческим коллективом Института легких несущих конструкций в Штутгарте, Германия (см. Библиографическое описание).

Заканчивая рассмотрение гибких кинематических структур, можно сказать об огромных возможностях в формировании и использовании данного типа конструктивных систем, в том числе и при строительстве стационарных объектов. Зачастую такие конст-

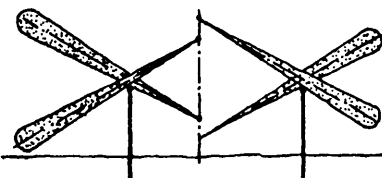
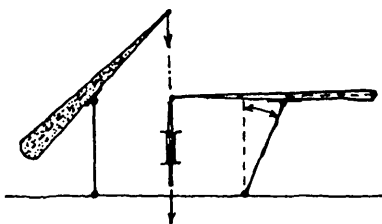
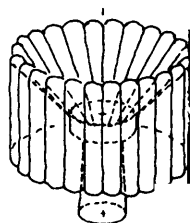
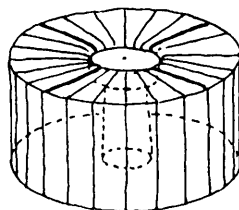
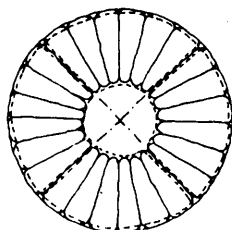
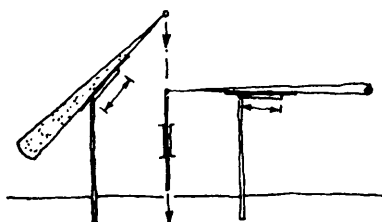
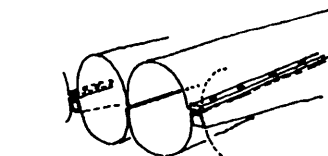
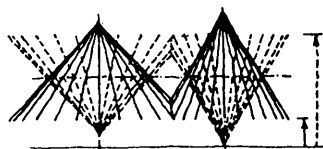
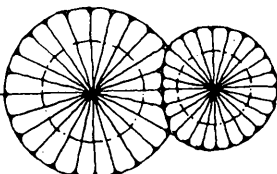
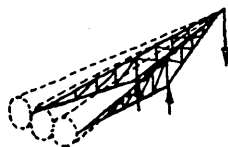
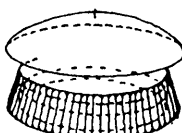
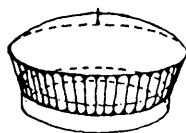
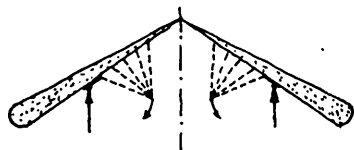
Г
1

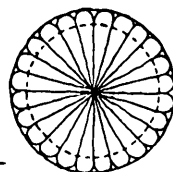
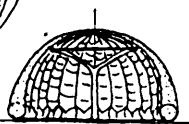
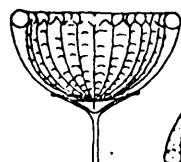
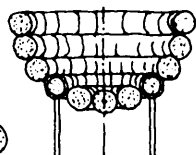
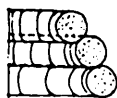
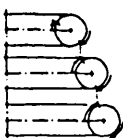
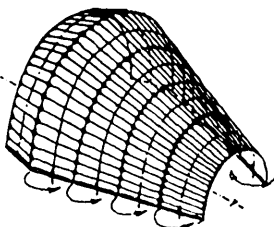
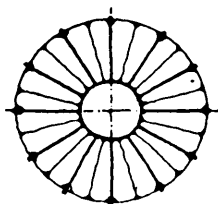
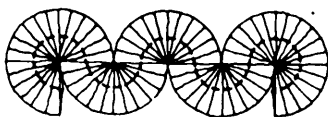




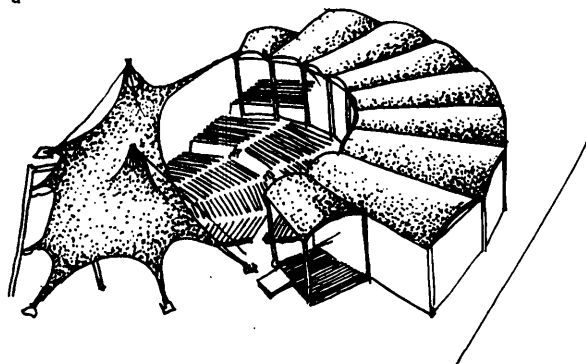
Д
1

2





а



б

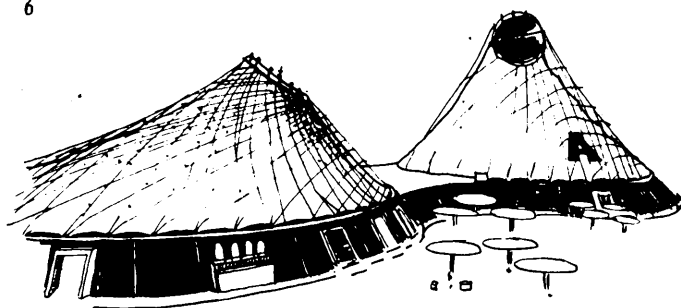


Рис. 74. Стационарно используемые гибкие конструктивные системы
а — покрытие театра на открытом воздухе (архит. Тайо Когоу, Япония, 1973 г.); б — павильон автомобильной промышленности на выставке Экспо-90 в Осаке (архитекторы Кунно Маскава и Иокюма)

рукции, выполненные как кинематические, функционируют стационарно (рис. 74), что часто объясняется чисто

экономическими соображениями или отсутствием необходимости в трансформации.

Глава 3.

РАЗВИТИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ДИНАМИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ

3.1. Альтернативная архитектура

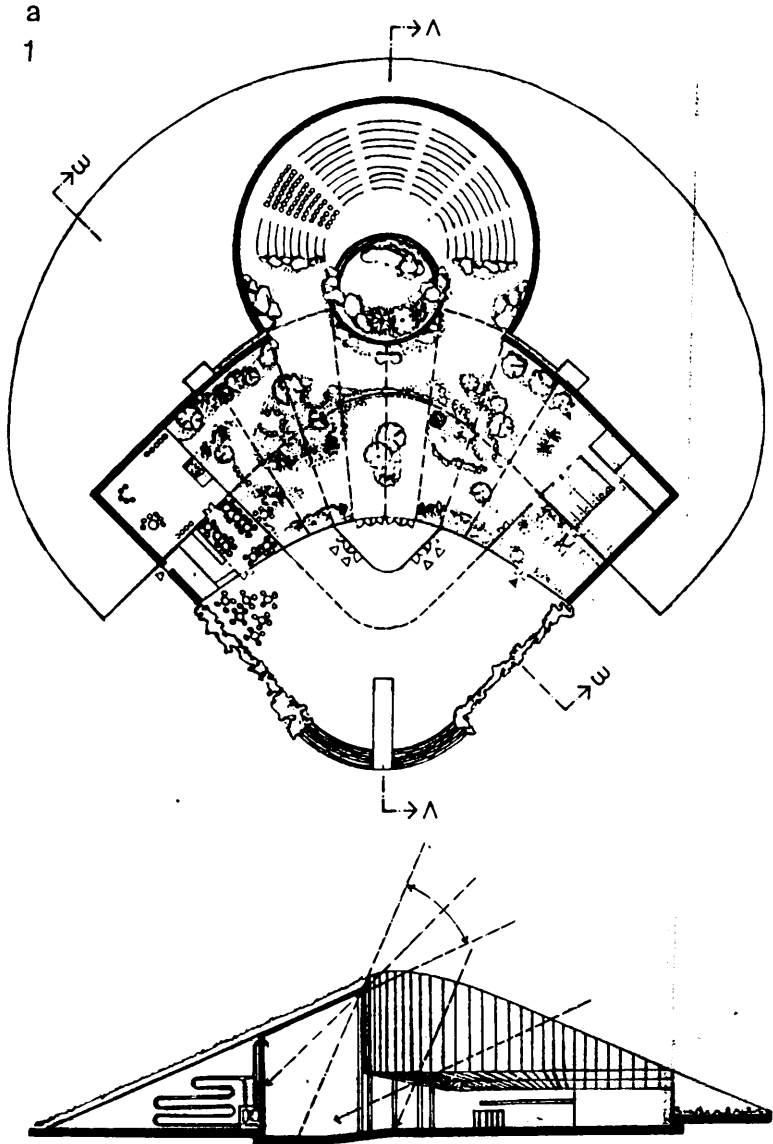
3.1.1. Биотектонические системы

Рассматривая архитектуру как составную часть искусственной среды обитания человека, архитекторы и проектировщики ищут альтернативные пути ее создания, поскольку постоянно меняются представления о назначении

архитектуры. Дальнейшая эволюция искусственной среды обитания, связанная с адаптационными процессами, предполагает противоречивые процессы, с одной стороны, приспособление архитектуры к возрастающим потребностям человека и соответственно поиск и разработка новых органичных форм, а с другой, — уменьшение или ограничение объемов потребления мате-

Рис. 75. Использование комбинированных систем сбора солнечной энергии (с. 189 — 192)

а — проект новой церкви "Солнце-дом" (архитекторы А. Бубурл и Е. Кирали); 1 — план и поперечный разрез; 2 — аксонометрия и продольный разрез; б — группа домов с солнечным отоплением (архит. Ю. Р. Лоубес, гелиотехник Ф. Марцат); в — дом в Сант-Микеле (архитекторы М. Бройцард и Р. Ле Чареллир); г — дом с солнечным энергообеспечением в Италии (архит. Б. Коструйта); д — индивидуальный дом в Италии (архитекторы Ш. Кайкан, М. Мерхемич, А. Хобсон)

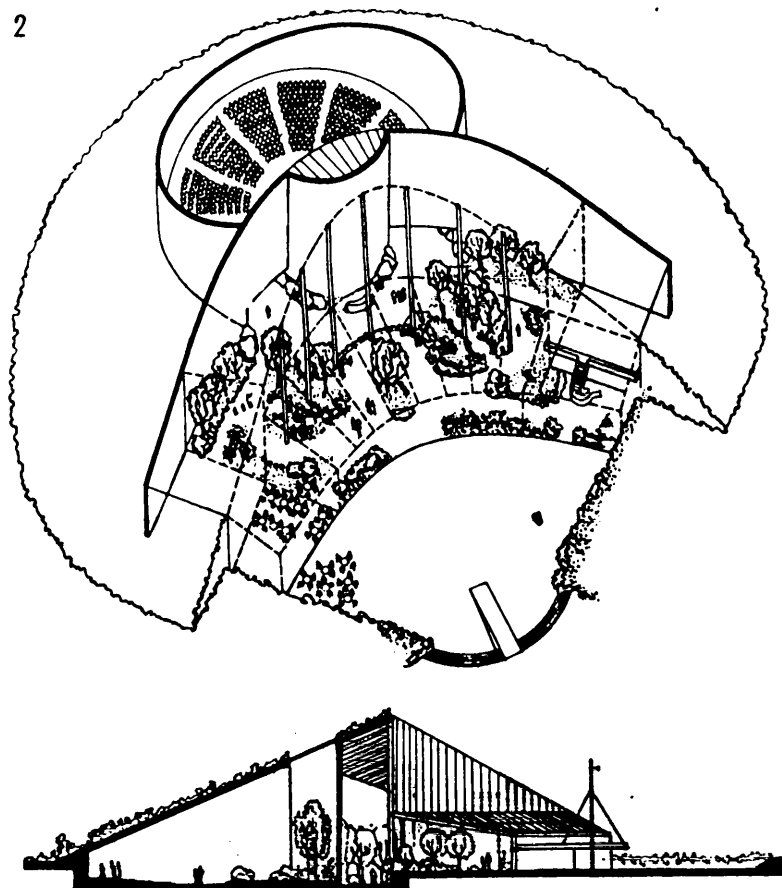


риалов и энергетических источников, что требует изменения взаимоотношений человека и природы — от антропоцентричных отношений к биоцентричным. Поэтому архитектура стремится быть экологической, саморегулирующейся, простой и маломасштабной.

Альтернативная архитектура как тенденция базируется на общественных

и политических изменениях и не является только технической или формальной инновацией. Зачастую она возникает как противокультура или движение протеста, что представляет корни альтернативных понятий в организации окружающего пространства. Альтернативная архитектура появилась примерно в 60-е гг. как прямое следствие рево-

2

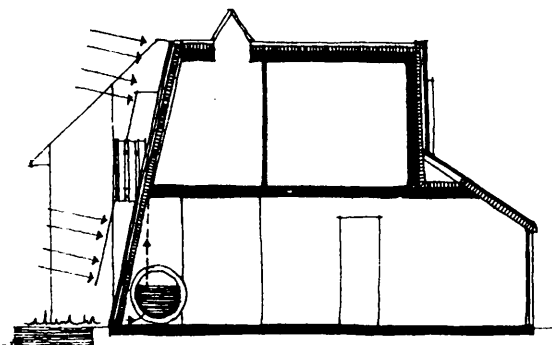
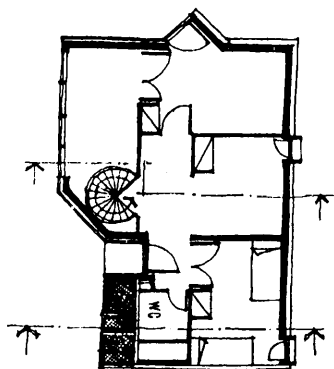
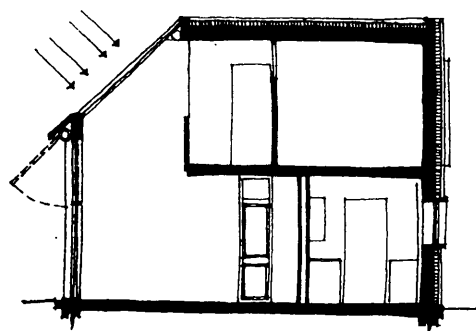
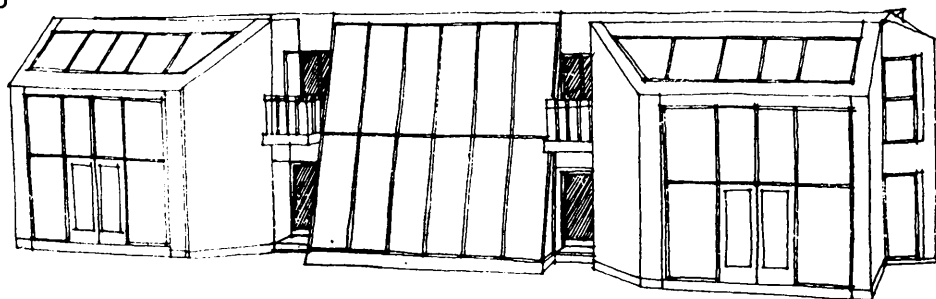


люционного обозначения этого времени. Ярким примером может служить творчество Рихарда Бакминстера Фуллера — инженера и архитектора, проектирующего знаменитые геодезические купола, которые как функциональный и формальный символ противокультуры создавали альтернативу традиционной и реакционной архитектуре типичных американских пригородных домов [86]. В каталоге произведений Луиса Кана "Убежище" красной нитью проходят примеры альтернативной архитектуры и в противовес "учению Лас-Вегас" раскрывается гениальность так называемой "примитивной" и анонимной архитектуры, возникающей без участия архитектора. Простые матери-

алы и конструкции вытеснят многочисленные и дорогие системы, ручное производство предпочитается машинному совершенству и количественной массе, а новым качеством провозглашается простота. Тогда альтернативная архитектура открывала пути использования новых видов энергии (солнца, ветра, воды и др.) для отопления домов, вторичного использования биологических отходов и обеспечения пищевыми продуктами. Пристальное внимание уделялось взаимоотношению объектов архитектуры с окружающей средой.

В настоящее время проблема экологической совместимости зданий и сооружений с природно-климатическими

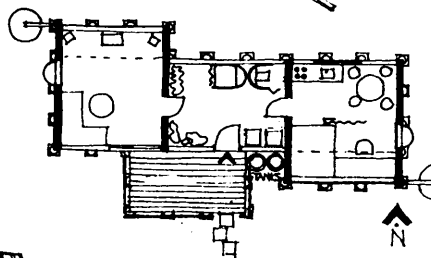
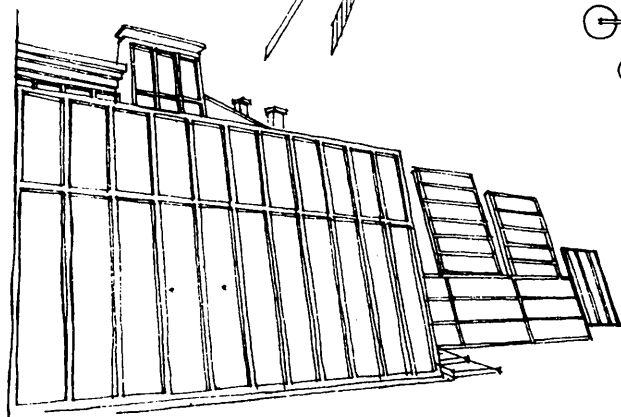
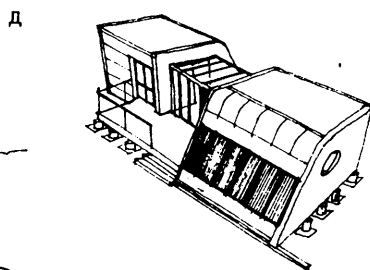
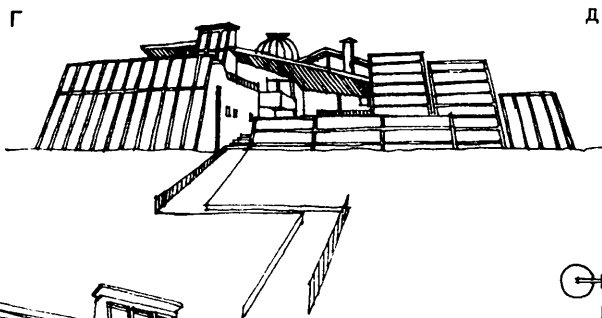
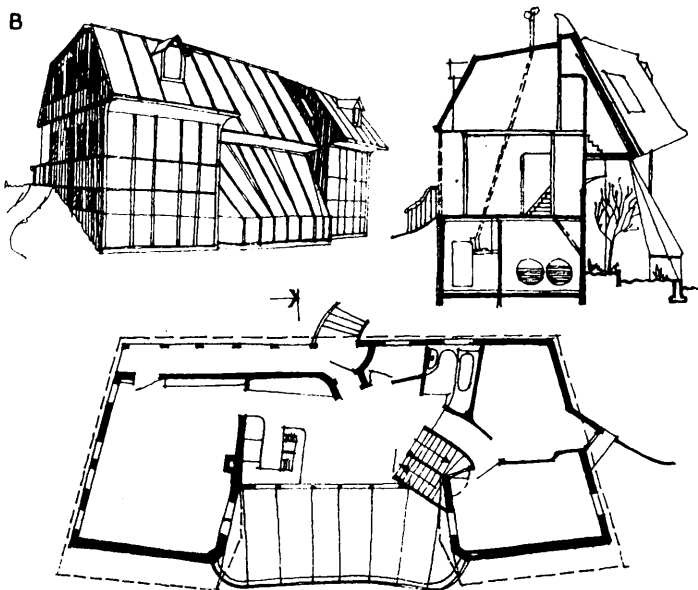
6



условиями становится еще актуальнее. Ошибочное представление о свободе человека делать или позволять себе на земле все, что он хочет, и привело к огромному ущербу в природе и обществе. Известно, что за такие иллюзии приходится дорого расплачиваться, особенно при централизованной, часто противочеловечной и антиприродной деятельности людей. Так, в области энергетики применяются опасные и дорогостоящие супертехнологии, сводящиеся к централизованно-технократи-

ческим способам накопления и передачи энергии на большие расстояния, насильственно заставляющие обывателя использовать эти нелогичные и дорогостоящие виды потребления энергии.

Как альтернативное направление в архитектуре возникли проектирование, разработка и создание биотектонических систем на основе использования возобновляемых источников энергии (солнечной энергии, энергии тепловых выбросов, биотехнологической конверсии солнечной энергии). Это было про-



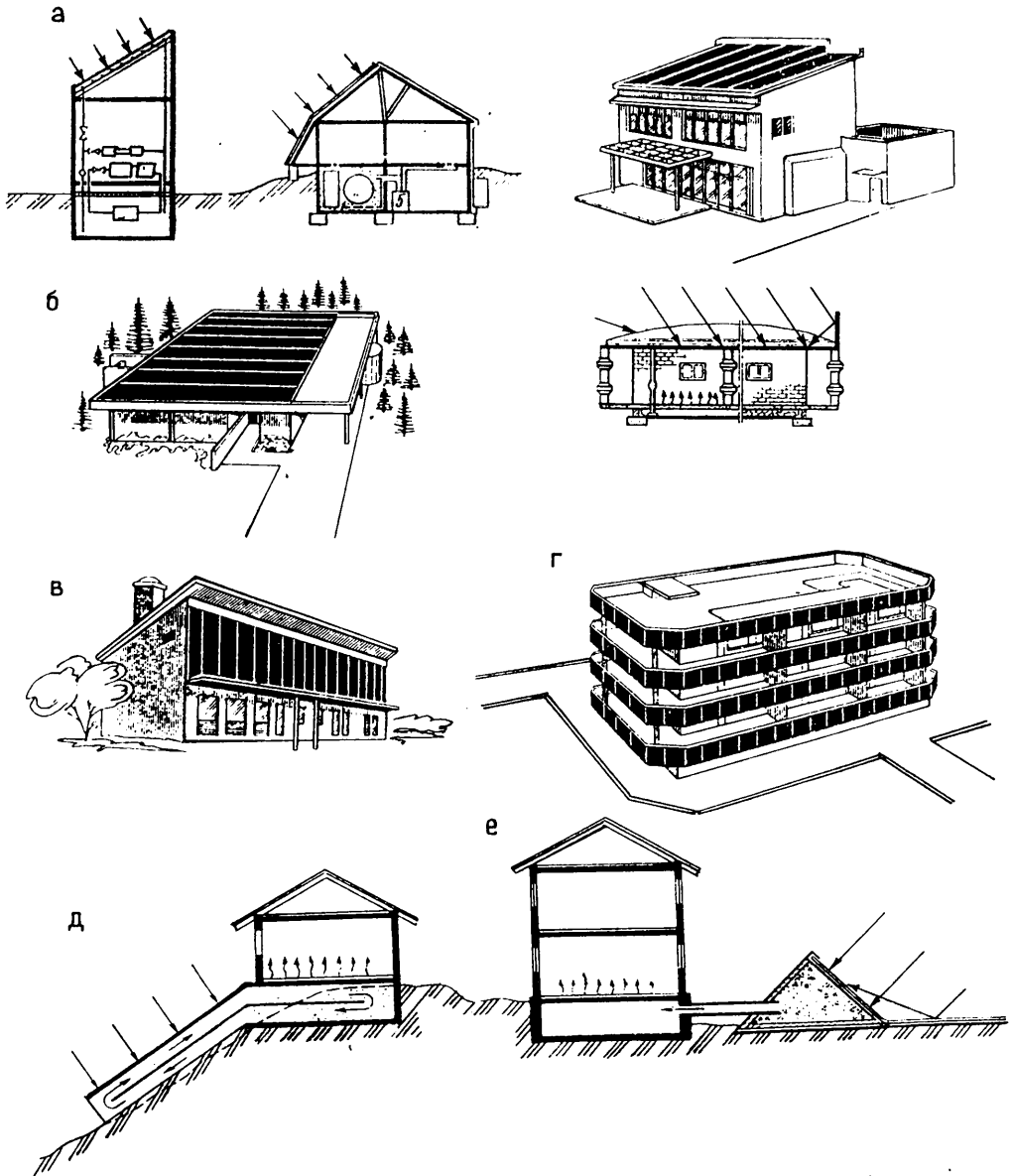


Рис. 76. Способы размещения коллекторов солнечной энергии [60]

а — на скатном покрытии: солнечные дома Михельсона, СССР, Томасона, США, и Масаносукэ Янгимачи, Япония; б — на плоском покрытии: солнечные дом в Атаскаредо и дом Томасона, США; в

— на наружной стене здания: солнечный дом в Доувере, США; г — на ограждении балкона, лоджии: солнечный дом Селиванова, СССР; д — на цоколе здания: солнечный дом в Баэра, США; е — автономный солнечный дом с автономным коллектором, США

а

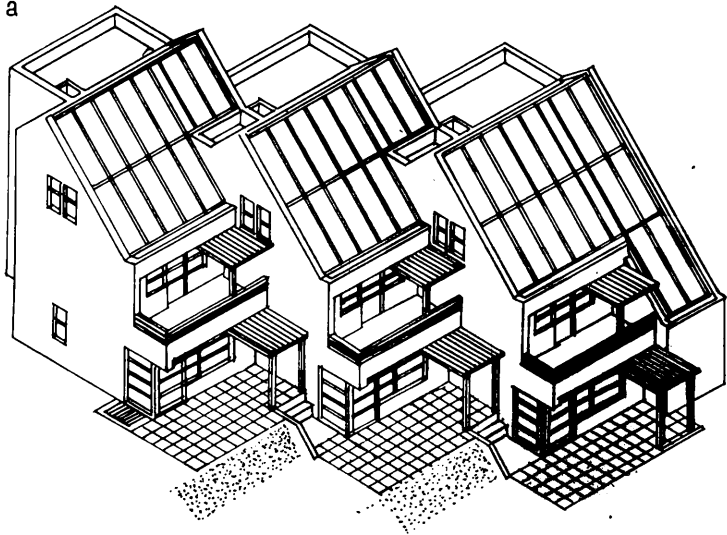
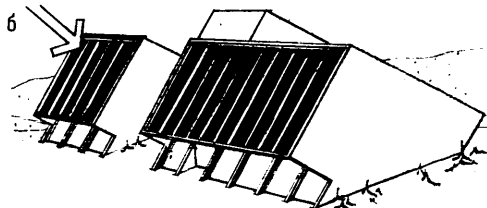
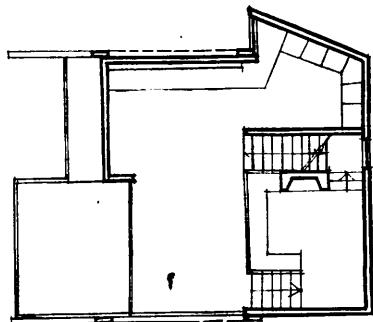
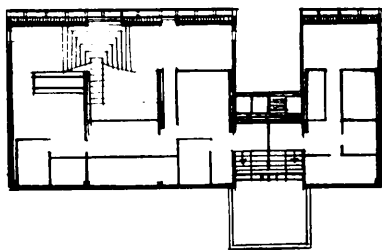
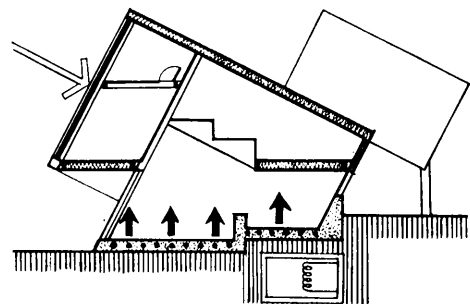
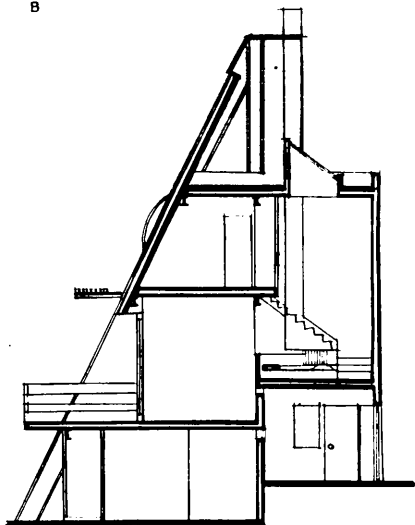


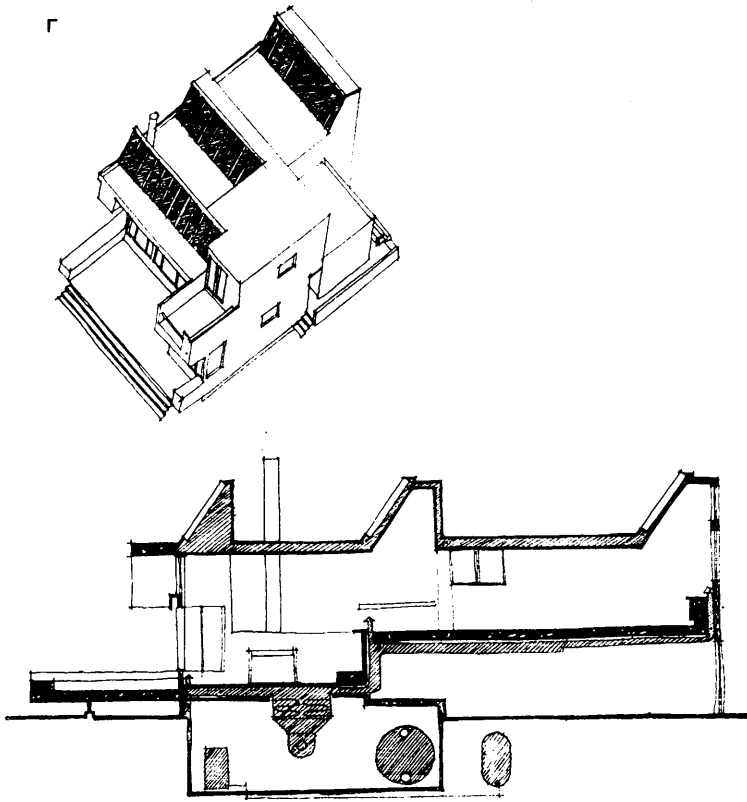
Рис. 77. Энергоактивные жилые здания и комплексы (с. 194 — 198)

а — австрийский солнечный дом, 1976; б — дом в Эмбруне (архитекторы А. Тавес, Р. Ребутато); общий вид, разрез; в — дом в Фаросе (архит. Х. Пиот); г — дом с солнечным энергообеспечением (архит. Д. Ватсон); д — жилой дом в Нью-Джерси, США (архит. С. Базан); е — дом Янсена в Калифорнии, США; ж — селитебно-производственные комплексы: 1 — в Дании; 2 — в Бельгии; 3 — укрытие для лыжников в Вермонте, США (архит. Шаннон), общий вид, разрез



в



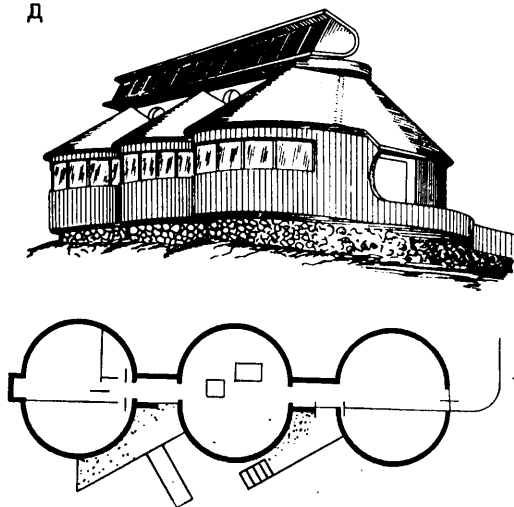


диктовано еще и необходимостью проведения в жизнь мероприятий, связанных с проявлением и использованием принципов адаптации. В их перечень включается разработка альтернатив для продолжения процесса улучшения условий жизни людей, эксплуатация экологически сбалансированных систем, минимизация воздействий негативной среды обитания (загрязнение воздуха, бионеразлагающиеся отходы продуктов, шум и развал городов и др.), в также развитие стратегии экономического использования незаменимых источников, таких, как земля, сырьевые материалы, продукты и энергетические источники.

В практике проектирования и строительства архитектурных объектов появилось много решений, отвечающих перечисленным задачам путем приме-

нения разнообразных видов возобновляемых источников энергии и новых энерготехнологий. В первую очередь были разработаны архитектурно-строительные приемы повышения энергетической экономичности зданий. Такие энергоактивные здания предусматривают использование устройств, наделенных способностью улавливать, преобразовывать и передавать во внутреннюю или внешнюю энергосистему энергию возобновляемых источников (солнечную, ветровую, гидро- и геотермальную, биохимическую и др.). Причем, архитектурно-строительные приемы таких зданий воплощаются через конструктивные или функциональные признаки проектирования, где в первом случае конструктивные элементы здания совмещают с конструктивными элементами энергетической уста-

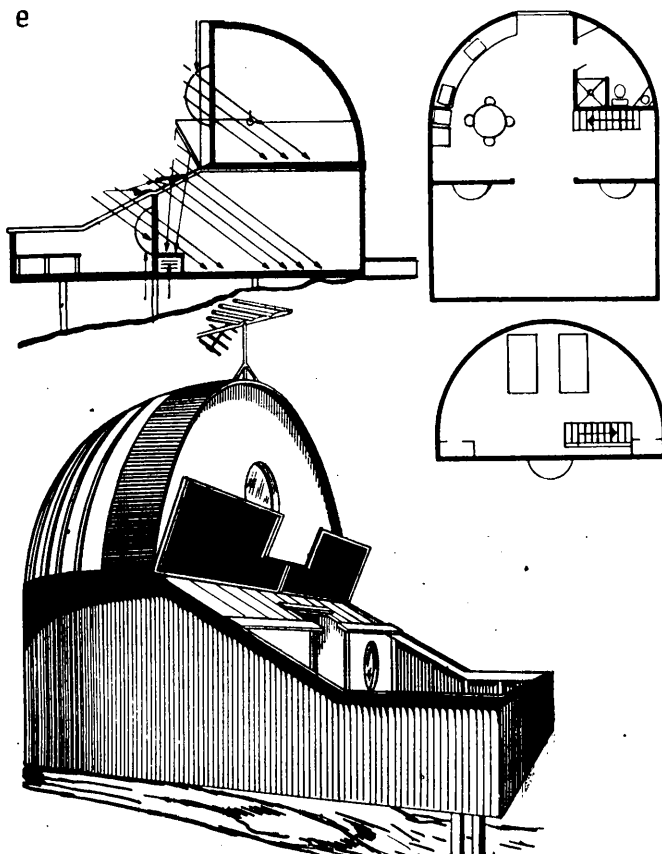
Д



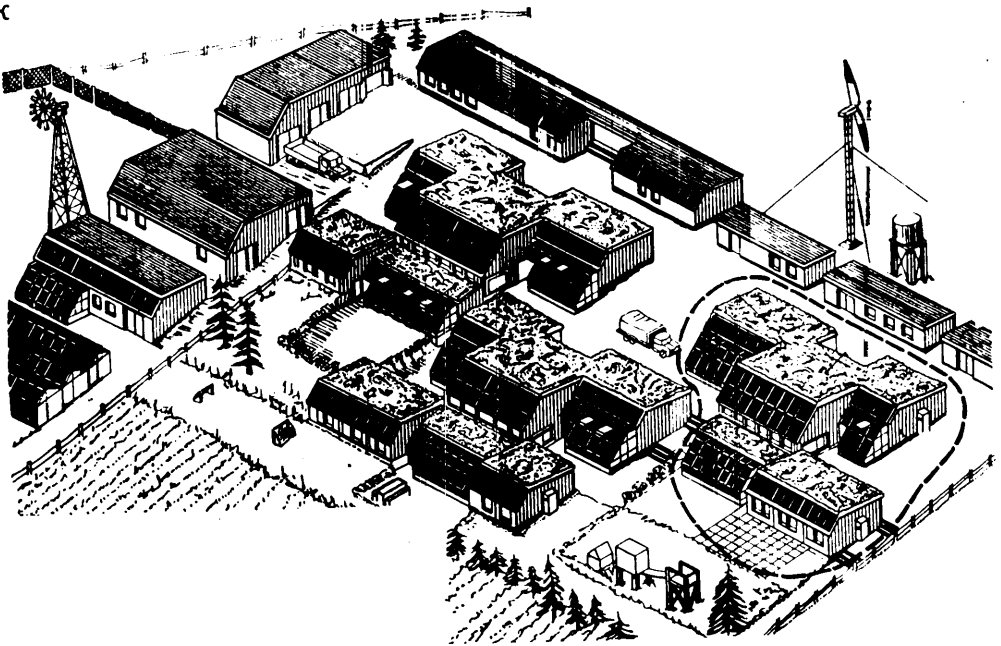
новки, а во втором случае — наделяют тот или иной конструктивный элемент зданий, целое здание или группу зданий дополнительными энергетическими функциями [60]. Для взаимного дополнения и усиления эффекта энергетической активности здания возможно совмещение конструктивного и функционального признаков. Рассмотрим особенности архитектурно-строительных приемов приспособляемых энергоактивных зданий, использующих принципы динамической адаптации, в зависимости от вида возобновляемого источника энергии.

Гелиоэнергоактивные здания и сооружения предназначены для тепло- и хладоснабжения, приготовления горячей воды либо выработки других видов

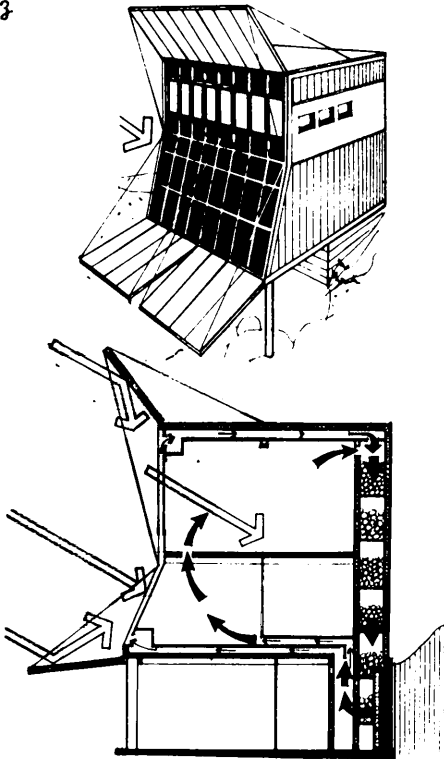
е



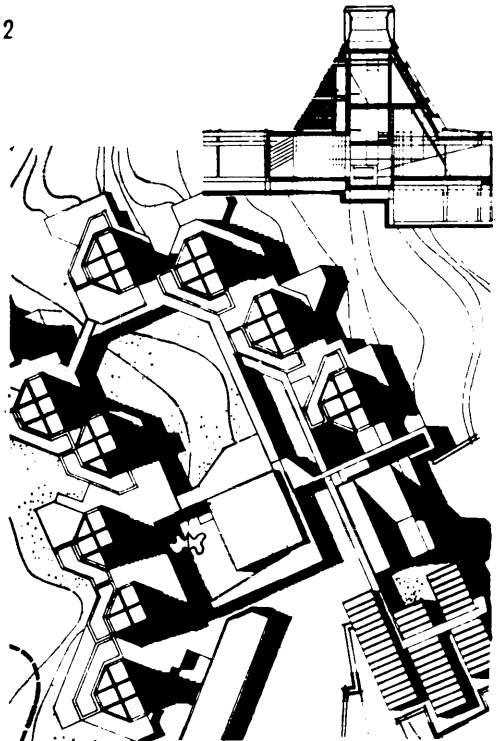
Ж
1



3



2



энергии за счет улавливания и преобразования энергии Солнца. Развитие в архитектуре тенденции освоения солнечной энергии шло по двум направлениям: с одной стороны, использование теплофизических свойств самого здания для накопления и хранения тепла с так называемой "пассивной" системой сбора энергии, а с другой, — создание специальных технологических устройств, размещаемых в пределах здания и преобразующих солнечную энергию в тепловую или электрическую с так называемой "активной" системой сбора энергии. Это, в свою очередь, вело к созданию специальных приемов проектирования формы и ориентации таких зданий, направленных на повышение их энергетической и экологической эффективности и экономичности [2, 19, 57, 60, 77, 81, 109].

В практике проектирования и строительства таких зданий в настоящее время распространены "пассивные" способы сбора энергии в связи с исторически сложившейся тенденцией учитывать в строительстве зданий и сооружений климатические условия, развивая элементы здания, улучшающие его микроклимат. В связи с тем, что опыт "пассивного" сбора солнечной энергии достаточно широко освещен в соответствующей литературе, целесообразно обратить основное внимание на перспективную тенденцию "активного" сбора энергии, которая в последнее время развивается довольно широко, что привело к появлению проектов энергоактивных зданий с комбинированными системами, дающими большое разнообразие в формообразовании зданий, значительно отличающихся от обычных (рис. 75). В свою очередь, создание энергоактивных конструкций, совмещенных с коллектором солнечной энергии, позволяет размещать их в различных частях зданий (рис. 76), что открывает большие возможности в формообразовании энергоактивных зданий и сооружений (рис. 77, 78).

Для повышения энергетической ак-

тивности и экологической эффективности энергоактивных зданий разработаны специальные приемы их архитектурного проектирования и ориентации в соответствии со свойствами поля солнечной радиации. Из совокупности градостроительных приемов (рис. 79) помимо правильной ориентации зданий используются способы перераспределения и отражения солнечной энергии (от природного объекта или с помощью технических устройств). Среди известных конструктивных приемов повышения энергетической активности зданий (рис. 80) наряду с увеличением площади гелиоприемников заслуживают особого внимания кинематические приемы, использующие принципы динамической адаптации таких зданий: вращение энергоактивного здания в режиме слежения за Солнцем или иные циклические перемещения, увеличивающие улавливание и аккумуляцию солнечной энергии; использование различных видов трансформации ограждений, повышающих их энергоактивность и энергетическую экономичность; введение коллектора, следящего за Солнцем, и панельно-поворотных коллекторов; применение поворотных экранов-отражателей и др.

В практике проектирования и строительства энергоактивных зданий принципы их динамической адаптации реализуются в способности чуткого реагирования на энергетическую ситуацию среды обитания. Такие здания создаются с целью повысить энергетическую адаптацию к динамическим условиям внешней среды, а также сезонную адаптацию. Реализация этого принципа требует наделения зданий или сооружений гелиоприемниками следящего типа и при необходимости системами аккумуляирования тепла, а также возможностью производить геометрическую и теплофизическую трансформацию всего здания или его отдельных частей.

При создании таких зданий, реализующих бионический принцип чуткого реагирования и слежения за Солнцем,

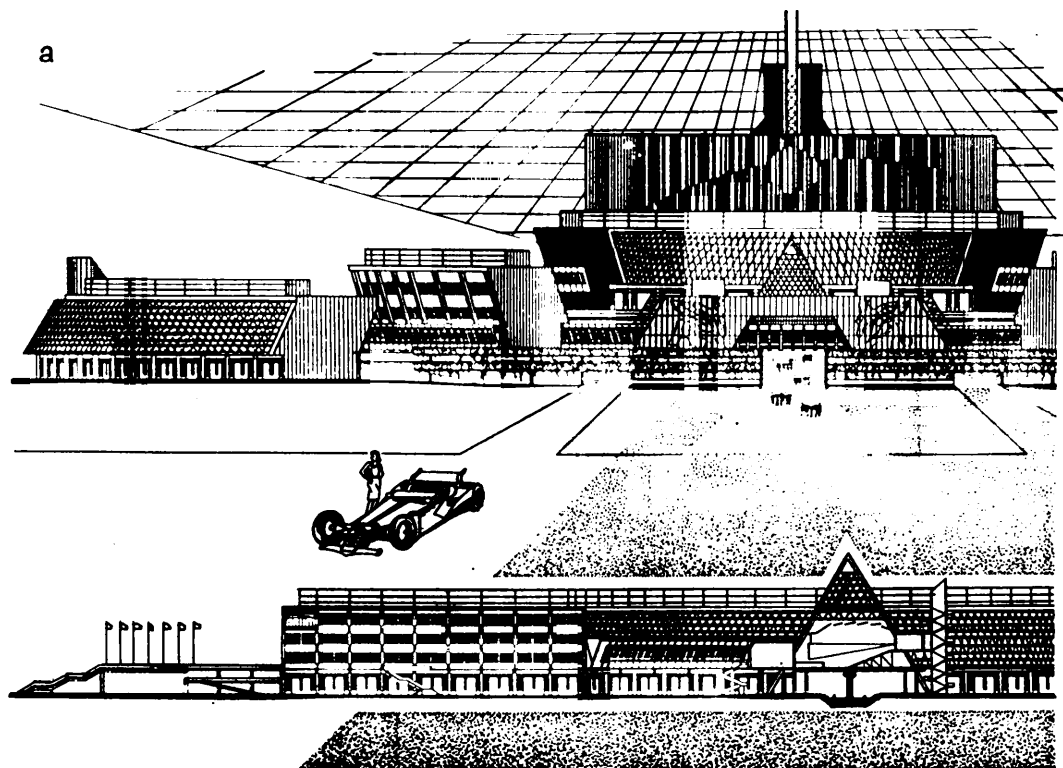
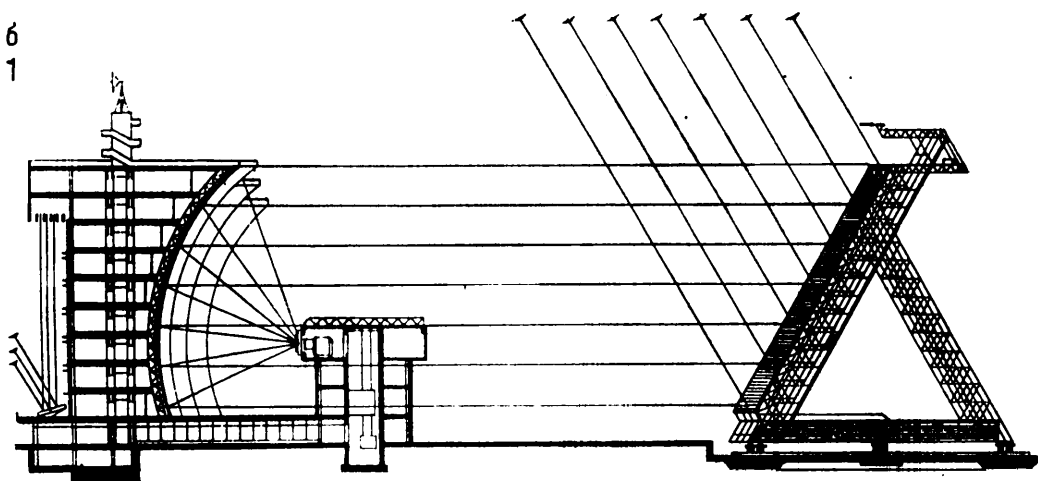
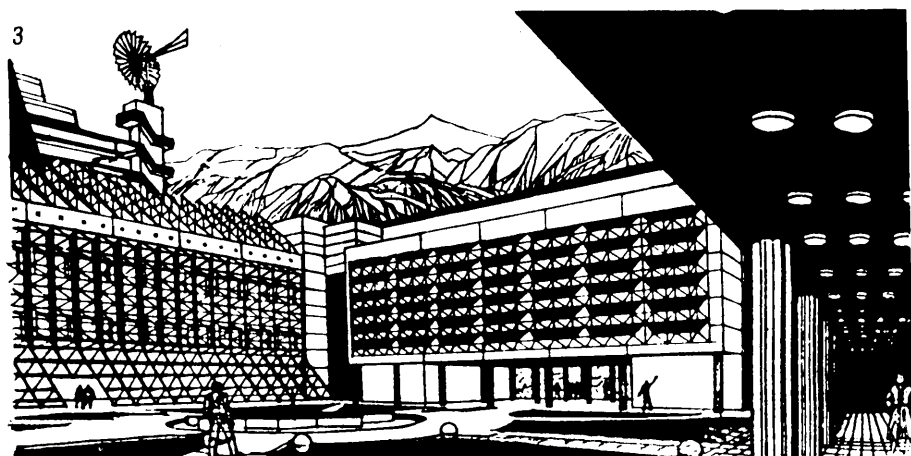
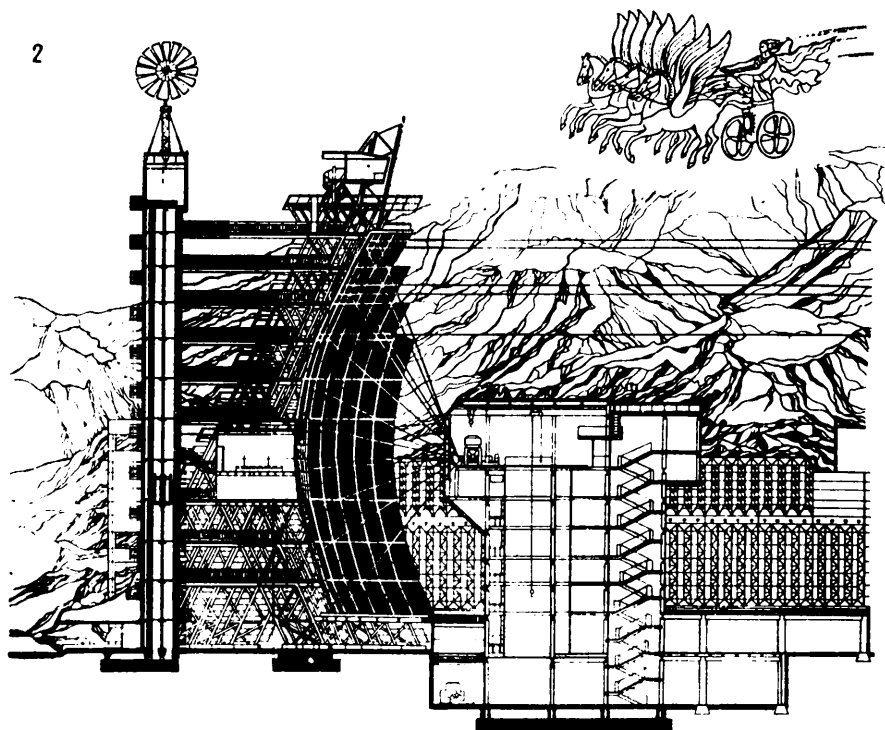
6
1

Рис. 78. Энергоактивные промышленные здания и комплексы [60]
а — проект гелиокомплекса (СССР), главный фасад, продольный разрез; б — совмещение концентратора со зданиями:

производственно-лабораторный комплекс, объединенный с концентратором: 1 — разрез; 2 — концентратор и технологическая башня, разрез; 3 — внутренний двор гелиокомплекса



основным условием является наделение их гелиоприемниками следящего типа или создание возможности их вращения целиком или только надземной части. Причем, вращение зданий в полном объеме возможно только при расположении их на специальном основании, плавающем на воде (рис. 81, а), а враще-

ние надземной части зданий следящего типа возможно при расположении их на кольцевых фундаментах с обеспечением системами поворота (или вращения) и приводом.

Известно [56], что в одном из первых зданий следящего типа в нашей стране предусмотрено устройство железобе-

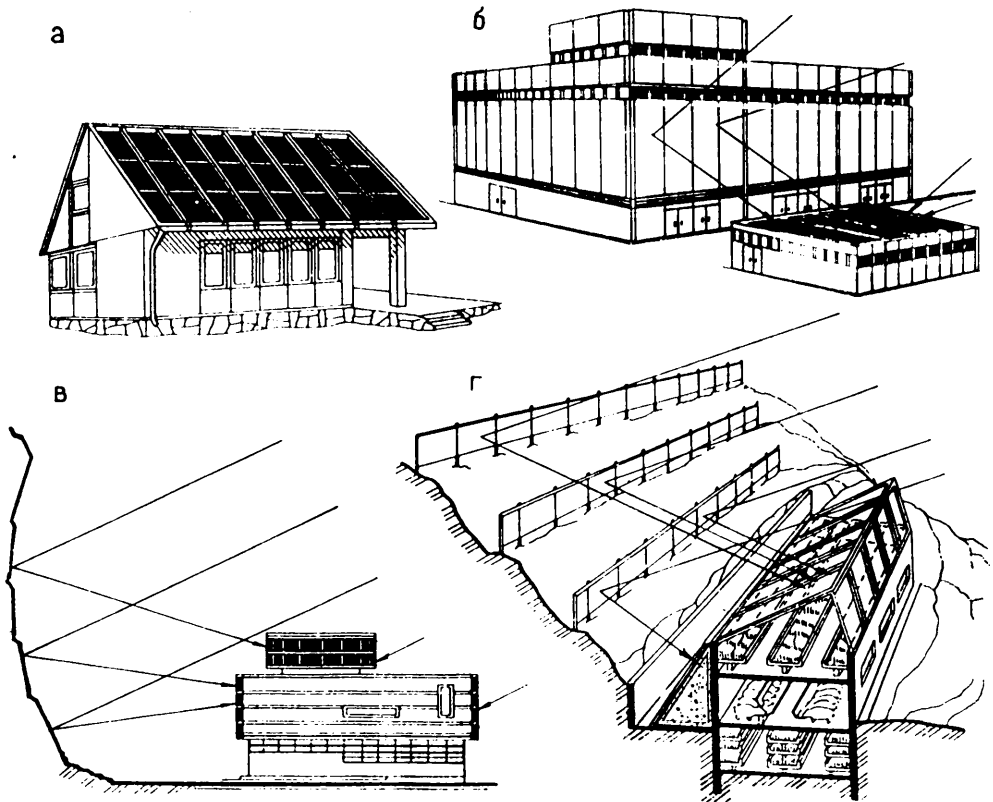


Рис. 79. Градостроительные приемы размещения гелиоактивных зданий, повышающие их энергетическую активность [60]
а — правильная ориентация отдельно стоящих зданий; б

— перераспределение солнечной энергии; в — отражение от природного объекта; г — отражение с помощью технических устройств (отражателей)

тонного фундамента в виде резервуара, заполненного теплоаккумулирующим веществом — водой или другим энергоемким наполнителем (рис. 81, б). Поворотный кольцевой монорельс расположен на верхней части стенки фундамента, где на роликах движется поворотная платформа здания. Использование резервуара аккумулятора тепловой энергии, передающего тепло поворотной платформе, выполняющей функции теплообменника или теплого пола, дает большие экономические и конструктивно-технологические преимущества.

В местностях, где есть определенные трудности с подготовкой площадки

под здание или рытьем фундамента, могут использоваться сваи с опорными роликами на верхних оголовках (рис. 81, в). Возможно также сочетание свайных фундаментов с аккумулятором тепла в стационарном резервуаре с наклонными стенками, выполненными из пленочных материалов на теплоизолирующей основе, что уменьшает расход конструкционных материалов на единицу объема аккумулятора, снижает трудоемкость возведения здания, а также позволяет повысить энергоемкость (так как можно увеличить резервуар за пределы контура несущих опор здания).

Использование бионических принципов чуткого реагирования на энергетическую ситуацию среды обитания дает примеры решений мобильных зданий (рис. 81, д), состоящих из стационарной и мобильной частей. Подземная стационарная часть включает фундамент в

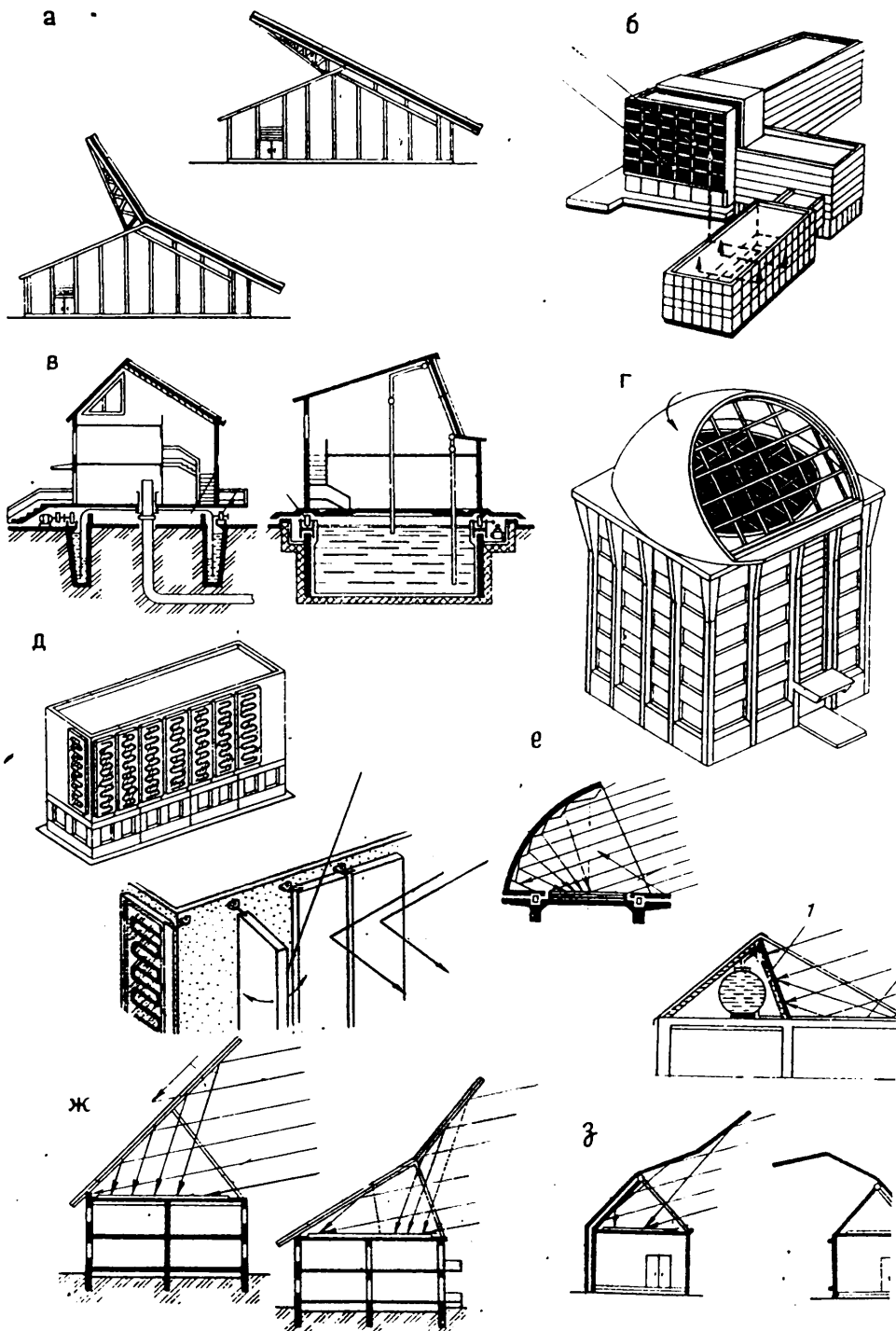


Рис. 80. Конструктивные приемы, повышающие энергетическую активность зданий [60]

а — увеличение площади коллектора солнечной энергии за габариты здания; б —

размещение дополнительного коллектора на смежном здании; в — вращение здания в режиме слежения за Солнцем; г — коллектор,

следающий за Солнцем; д — панельно-поворотный коллектор; е — оптическое дополнение коллектора отражателем, совмещенным с

внутренним ограждением здания; ж — то же, плюс внешний отражатель; з — применение поворотных экранов отражателей

виде бассейна-аккумулятора, накрытого селективно прозрачной ловушкой и представляющего собой теплоинерционный коллектор солнечной энергии. Надземная подвижная часть перемещается за пределы бассейна на время сбора солнечной энергии, а в другое время она надвинута на бассейн-аккумулятор, аккумулированное в нем тепло непосредственно или через теплообменник и тепловой насос обогревает помещения здания.

Для дальнейшего снижения энергетических затрат и повышения экологической эффективности предложены вращающиеся здания с пониженным расходом энергии на привод вращения (рис. 81, е). Это достигается тем, что к поворотной платформе здания снизу крепится тонкостенная шатровая конструкция в виде герметичного цилиндрического купола с вертикальной кольцевой стенкой, открытой снизу, или в виде герметичного торообразного купола, образующего сдвоенную кольцевую стенку, открытую снизу, с замкнутой кольцевой воздушной подушкой. Кольцевые стенки опущены в кольцевой фундамент в виде кольцевой траншеи, частично заполненной водой. Образованная под зданием замкнутая воздушная полость ограничена платформой с кольцевой стенкой и стенкой фундамента и находится под избыточным давлением к началу вращения здания. Другой способ повышения энергетической и экологической эффективности, а также уменьшения затрат на поворот зданий или устройство трудоемких фундаментов — выполнение вращающимися только гелиоприемников здания или их частей. Это позволяет создавать обычные стационарные здания, наделенные следящими элементами — вращающимися гелиоловушками и стационарными гелиоприемниками (рис. 81, ж).

Дальнейшее развитие экологической тенденции сохранения природной среды ведет к решениям, не требующим инженерной подготовки территории, устройства материалоемких фундамен-

тов и вырубки на строительной площадке зеленых насаждений. Так, симметрично смонтированные блок-здания с возможностью их вращения на двух расположенных в разных уровнях кольцевых монорельсах, охватывающих высокую опору-башню (рис. 82, а), получают энергию за счет трансформируемых экранов, усиливающих энергооблученность коллекторов солнечной энергии. В районах с экстремальными условиями для быстрого создания поселков на непригодной для эксплуатации территории (например, болотах, солевых нарывах и др.) без предварительной инженерной подготовки строительной площадки предлагаются полые сваиколонны с инженерными коммуникациями внутри (рис. 82, б). На такой опоре можно разместить любой поворачивающийся обитаемый объем, ограждения которого могут быть совмещены с коллекторами солнечной энергии и, кроме того, снабжены лепестковыми экранами следящего типа.

Перечисленные решения, характеризующие биотектонический принцип чуткого реагирования зданий на энергетическую ситуацию среды, не охватывает всех возможных решений. Однако актуальность данной проблемы требует новых идей и разработок на основе принципов динамической адаптации зданий. При использовании энергии возобновляемых источников создаются условия автономного применения динамических (трансформируемых мобильных) зданий в труднодоступных районах. Такие типы зданий имеют большие преимущества по сравнению с обычными мобильными трансформируемыми зданиями с традиционными системами энергоснабжения, особенно в небольших отдаленных друг от друга поселках, где затруднено централизованное энергоснабжение от крупных электростанций, а завоз топлива экономически нецелесообразен.

Автономные мобильные комплексы имеют законченную функциональную и технологическую систему с автономной энергетической подсистемой. Они ха-

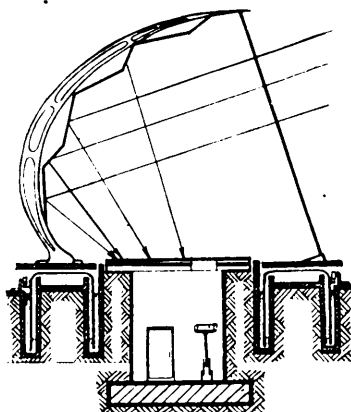
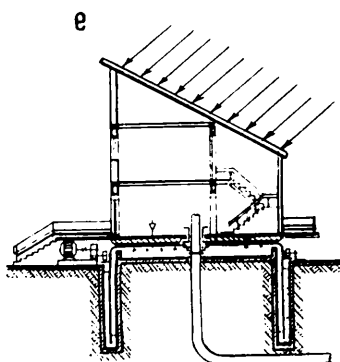
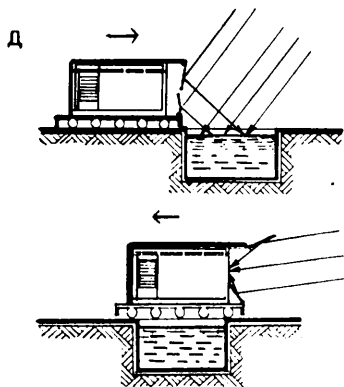
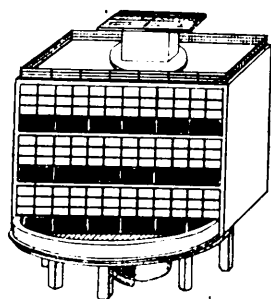
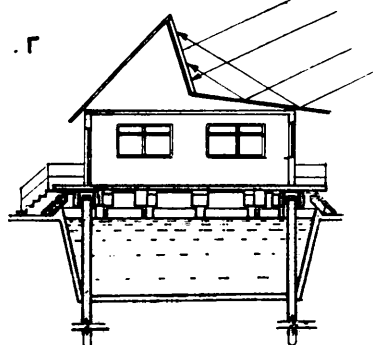
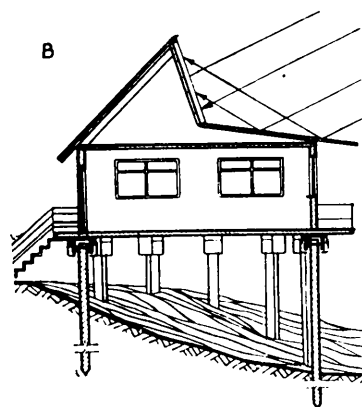
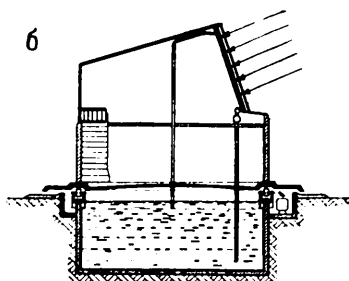
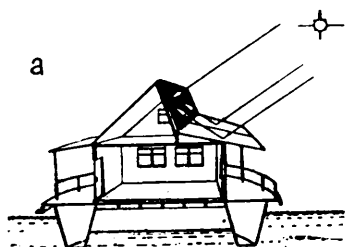
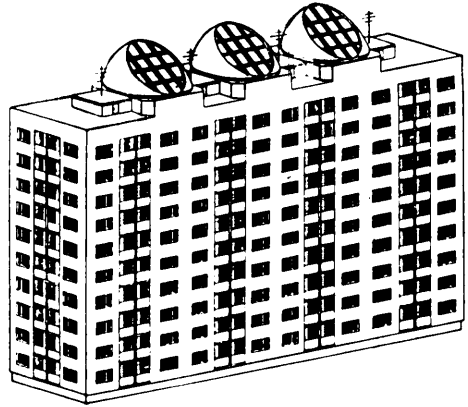
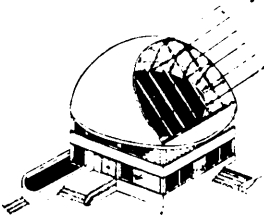


Рис. 81. Здания, вращающиеся в режиме слежения за Солнцем [36]

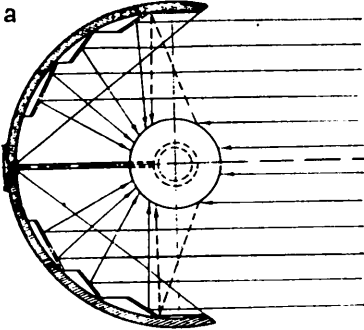
а — на основании, плавающем на воде; б — на фундаменте в виде резервуара; в — на свайных фундаментах; г — на свайном фундаменте с резервуаром с наклонными стенками; д — перемещаемое здание; е — на фундаменте с воздушной подушкой; ж — здания, оснащенные вращающимися гелиоловушками с внутренними отражателями и стационарными гелиоприемниками

Ж



рактируются наивысшим уровнем мобильности и ограниченной мощностью. Поэтому актуальна проблема автономного энергообеспечения динамических зданий путем использования естественных возобновляющих

источников энергии и в первую очередь солнечной радиации и ветра. Строительство зданий с такими системами дает большие преимущества. Однако, несмотря на важность задачи, в проектной практике такого рода



б

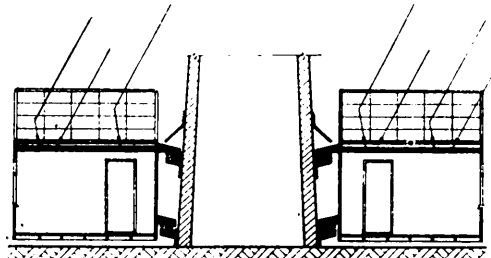
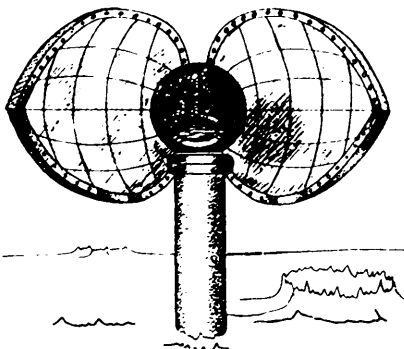
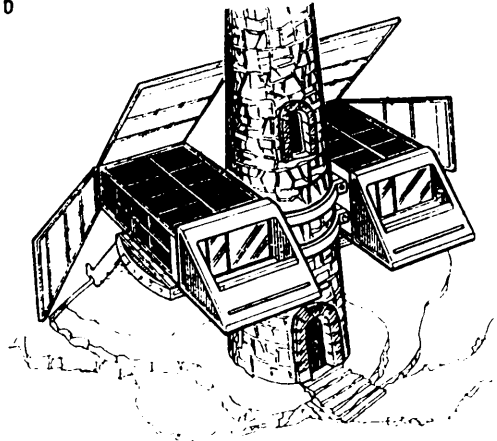


Рис. 82. Вращающиеся здания на стационарной опоре
а — на высоких сваях-опорах; б — симметрично подвешенные блоки здания

рах; б — симметрично подвешенные блоки здания

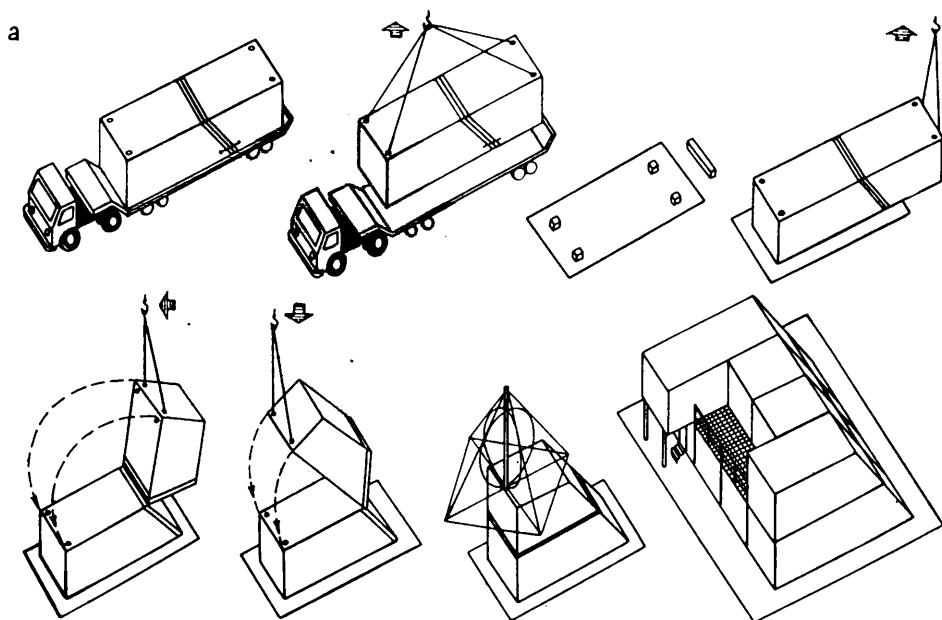


Рис. 83. Динамические энергоактивные здания с автономным энергообеспечением, трансформируемые из полублоков (Авт. свид. № 872 672, СССР, при участии автора) (с. 206 — 209)
а — схемы трансформации полублоков; б — односемей-

ные жилые дома: 1 — двухкомнатный блокированный дом; 2 — трехкомнатный дом; 3 — пятикомнатный дом; 4 — то же, планы квартир; 5 — аксонометрия блоков энергообеспечения; 6 — жилой комплекс на восемь мест

прецедентов не было еще ни в нашей стране, ни за рубежом.

Проекты динамических зданий с автономным энергообеспечением (отопление, горячее водоснабжение, охлаждение) разработаны в МАРХИ. Помимо задачи снижения расхода на их отопление и электроснабжение принималось во внимание следующее: повышение надежности и заводской готовности конструкций зданий, увеличение полезного объема здания и компактность при перевозке, увеличение площади гелиоприемников при эксплуатации и защита их остекления от разрушений при перевозке.

Основной планировочный элемент трансформируемого мобильного здания с автономным энергообеспечением¹ состоит из двух полублоков в виде прямой призмы с основанием в виде прямоугольной трапеции, имеющих наклонную под углом 60° наружную плоскость, в которой размещены гелиоприемники

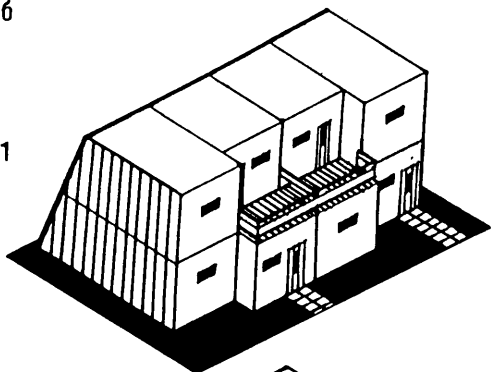
типа "горячий ящик". Для сохранения поверхности остекления гелиоприемников и увеличения компактности блока при транспортировании полублоки складываются в блок-контейнер под углом друг к другу, остеклением гелиоприемников внутрь и скрепляются крепежными устройствами. После доставки на место блок-контейнер разгружают с помощью специального механизма и устанавливают на монтажную площадку, которая снабжена подушками, регулирующими горизонтальность мобильного здания. Монтаж производится путем взаимного разворота полублоков и размещения их друг под другом (рис. 83, а).

В полублоки вмонтированы ветроэнергетическая установка с вертикальной осью вращения, генераторы тока и аккумуляторы энергии, а также кухон-

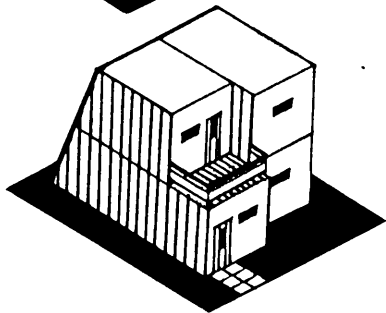
¹ Авт. свид. № 872672 СССР. Мобильное трансформируемое здание с автономным энергообеспечением/Соколов Ю. Н., Сахаров А. Н., Сапрыкина Н. А. — Бюл. № 38. — 1981.

6

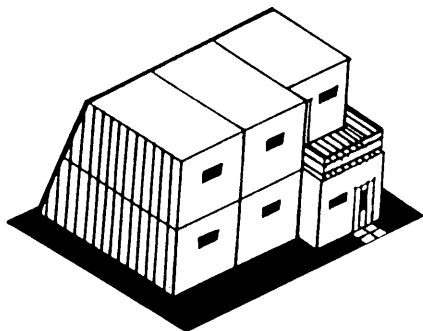
1



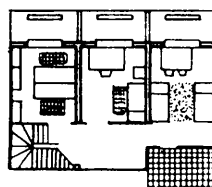
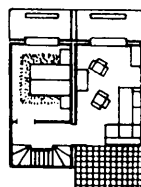
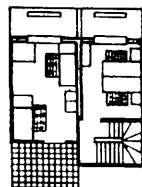
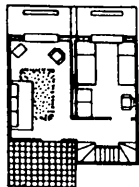
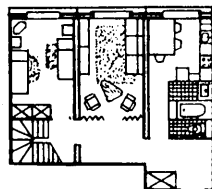
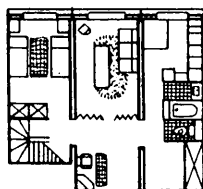
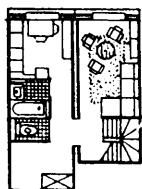
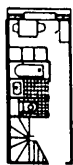
2



3



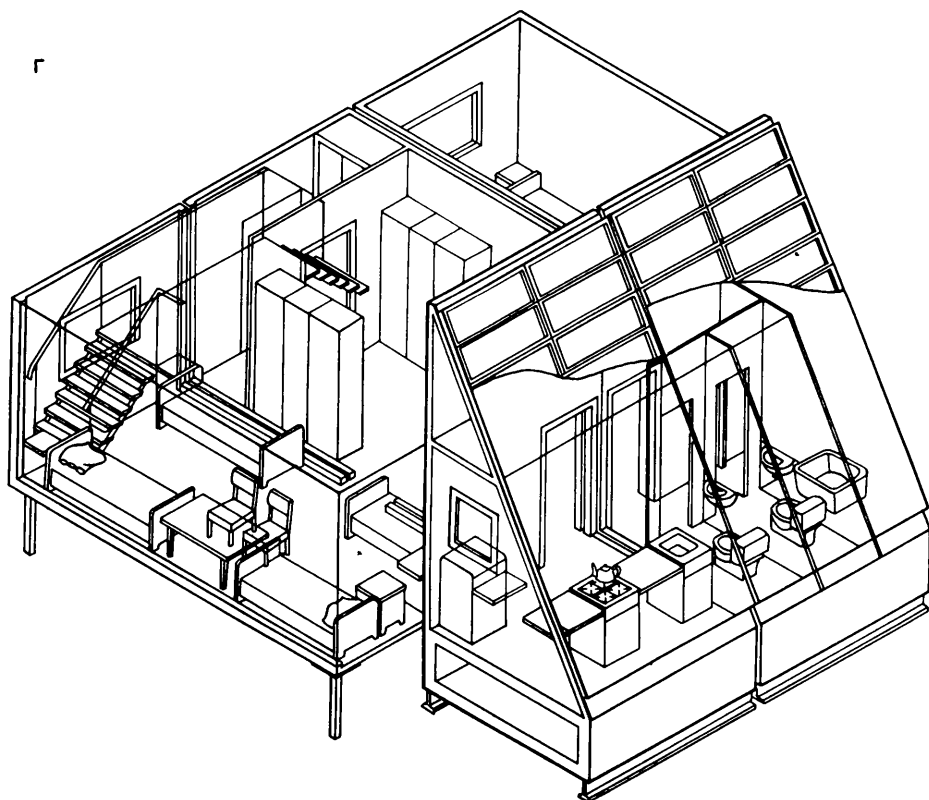
В



ное и сантехническое оборудование. В результате монтажа полублоков образуются двухэтажные блоки, соединенные в различных точках по длине, что позволяет получать многообразие сочетаний и, как следствие, мобильные комплексы различной вместимости с индивидуальными архитектурно-планировочными решениями (рис. 83, б, в). Использование для мобильных комплексов полублоков, перевозимых под углом один к другому, обеспечивает не только компактность и сохранение остекления гелиоприемников при перевозке, но и увеличение их поверхности в рабочем положении.

Помимо трансформируемых полублоков предложен вариант инвентарных блоков для мобильных жилых комплексов с автономным солнечным энергообеспечением в виде прямой призмы с прямоугольным треугольником в основании, которые перевозятся сложенными под углом 60° друг к другу в блок-контейнере, остекление гелиоприемников повернуто внутрь, и блоки скреплены специальными креплениями с болтами.

Предлагаются блоки двух типов: блок-кухня и блок-санитарный узел (рис. 83, г). Они являются частью одноэтажного мобильного жилого комплекса с автономным энергообеспечением, который представляет собой общежитие, состоящее из жилых помещений, кухни и санузла. Жилая часть может

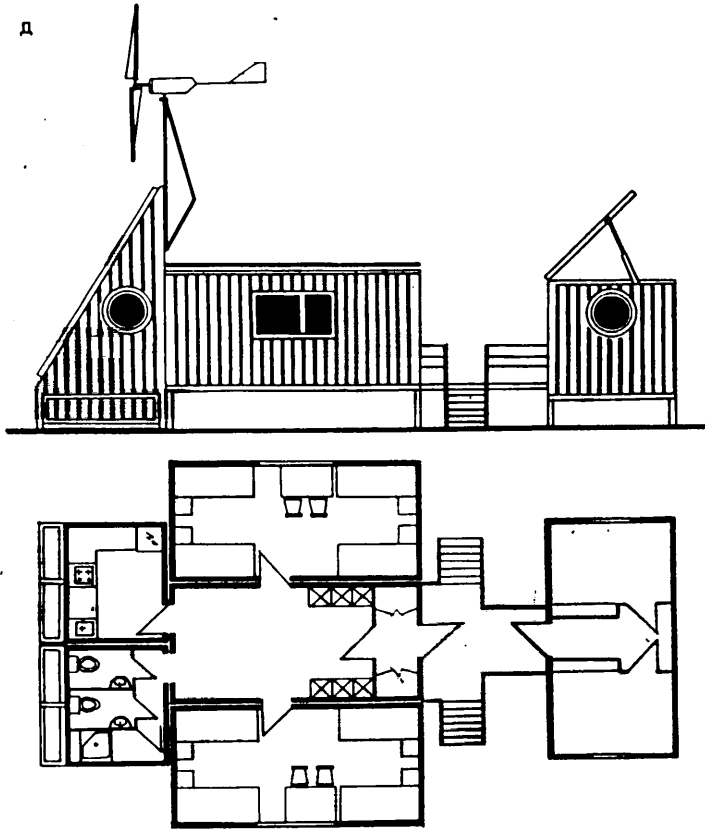


монтироваться из объемных элементов-контейнеров, выпускаемых отечественной промышленностью. Возможны различные варианты компоновки мобильных жилых комплексов с применением блоков солнечного энергообеспечения. Это могут быть общежития на 6, 8, 12, 24 и более человек или жилые дома с различным числом квартир (рис. 83, д).

В систему энергообеспечения блока входят солнечные коллекторы, аккумулятор тепла, система распределения (отопление, горячее водоснабжение, охлаждение). В верхней части блока размещается ветрогенератор. Блок имеет в плане форму прямоугольника, в разрезе — форму трапеции с основанием, равным высоте контейнера. Наклонная стенка блока предназначена для установки солнечных коллекторов.

Конструкция блока представляет собой металлический каркас с заполнением панелями типа "сэндвич", с утеплителем из пенополиуретана и металлической тонкостенной листовой оболочкой. Установка коллекторов солнечного энергообеспечения предлагается в двух вариантах: с включением в конструкцию ограждения и с независимой установкой на конструкцию кровли. Блок опирается через стальные рандбалки на свайные или стержневые фундаменты, благодаря чему под зданием сохраняется естественный ландшафт. Стыковка блоков между собой и их присоединение к жилой части осуществляются на болтовых соединениях.

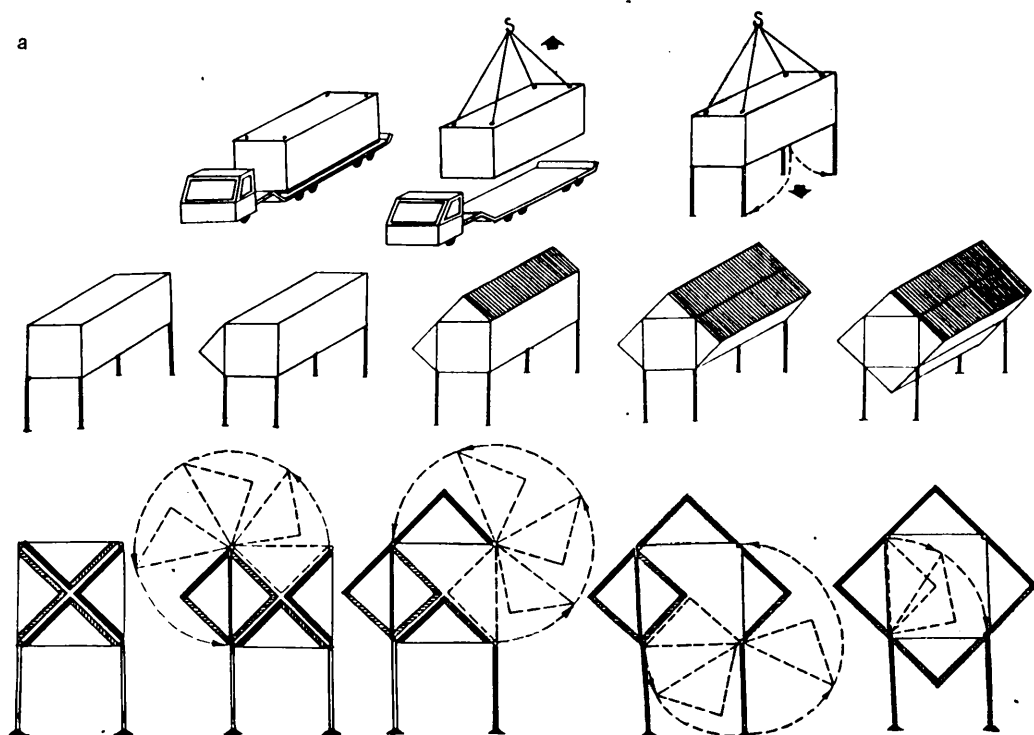
Инженерное оборудование включает в себя: отопление, вентиляцию, водопровод, горячее водоснабжение, охлаждение, канализацию, электро-



снабжение. Для отопления, горячего водоснабжения и охлаждения используется солнечная энергия, улавливаемая плоскими коллекторами и накапливаемая в тепловых аккумуляторах. Для электроснабжения служат солнечная фотоэлектрическая установка и ветрогенератор. В периоды отсутствия или недостатка солнечной радиации и ветра включаются установки-дублиеры для отопления, получения горячей воды и электричества. Вентиляция приточно-вытяжная с естественным притоком и механической вытяжкой из кухни и санитарного узла; горячее водоснабжение — от гелиоустановок и резервного котла; холодное — от местного шахтного колодца, артезианской скважины или сети центрального водоснабжения. Хозяйственная канализация осуществляется в выгребную яму или в специальный сменный контейнер, размещенный

в нижней части блока.

Гелиотехническое оборудование разрабатывается в двух вариантах: 1) с использованием в качестве теплоносителя жидкости (воды или антифриза). В этом случае применяется коллектор конструкции КиевЗНИИЭП размером $1200 \times 600 \times 100$ мм, размещаемый на южной наклонной стене блока солнечного энергообеспечения. Водяной аккумулятор располагают в нижней части блока. Отопление водяное, вода из коллекторов подается в аккумулятор блока, а при отсутствии солнечной радиации — специальным водонагревателем. Охлаждение испарительное; 2) с использованием воздуха в качестве теплоносителя. Воздухонагревательный коллектор состоит из окрашенных в черный цвет теплопоглощающих панелей с однослойным остеклением, размещается он на на-



клонной стене блока. Аккумулятор тепла воздушный, состоит из пластиковых сосудов, наполненных водой и размещается в нижней части блока. Отопление воздушно-вентиляционное, горячее водоснабжение — от змеевика, нагреваемого в аккумуляторе; вода нагревается специальным водонагревателем. Охлаждение испарительное.

Применение блока солнечного энергообеспечения в районах Средней Азии, Казахстана, юга Сибири и европейской части России позволит снизить расход топлива в мобильных зданиях на 70 — 75 %.

Трансформируемое мобильное здание с автономным энергообеспечением¹

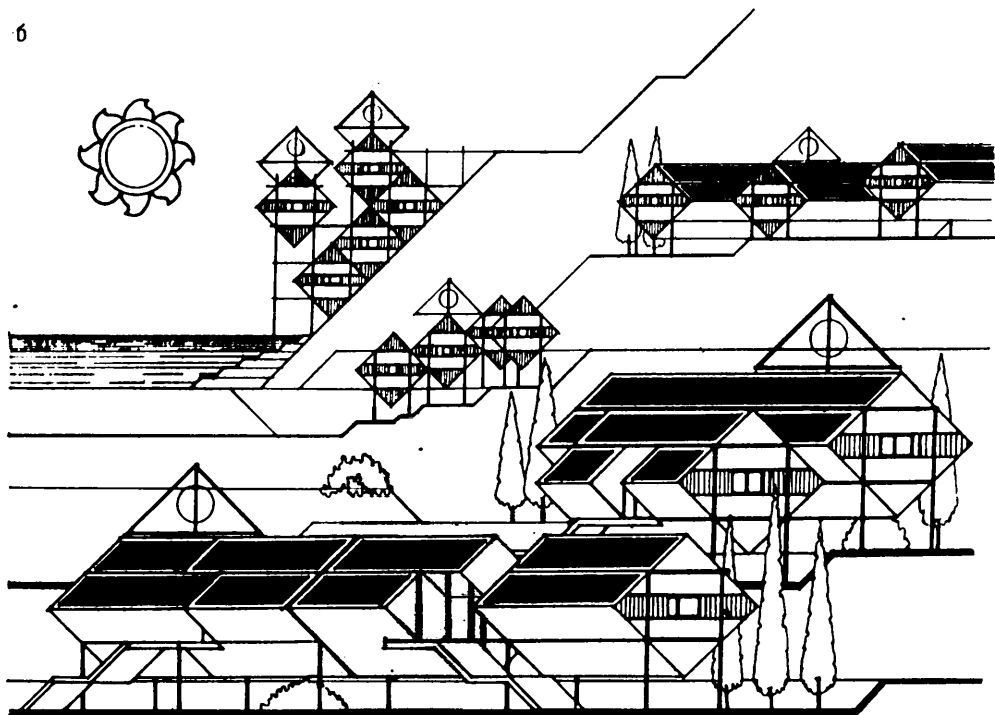
Рис. 84. Динамические энергоактивные здания с автономным энергообеспечением (Авт. свид. № 1130 677, СССР. Автор Н. А. Сапрыкина) (с. 210 — 215)
а — схемы трансформации, разрезы; б — варианты блокировки зданий на различных рельефах; в — вариант 1А: одно- и двухкомнатные квартиры в одном уровне

(разворот со стоек); г — вариант 1Б: пятикомнатная квартира в разных уровнях (разворот со стоек); д — вариант 2А: одно- и двухкомнатные квартиры в одном уровне (разворот на плоскости земли); е — вариант 2Б: трех — пятикомнатные квартиры в разных уровнях (разворот на плоскости земли)

образуется из объемных элементов, которые в транспортном состоянии представляют собой контейнерный блок с четырьмя элементами в виде прямых призм с прямоугольным треугольником в основании и расположенными внутри блока прямоугольными вершинами в его центральной части и гелиоприемниками внутри. На меньших сторонах треугольных призм вмонтированы гелиоприемники типа "горячий ящик", при этом ветроэнергетическая установка установлена в одной из призм, а аккумулятор энергии размещен в другой призме, находящейся в транспортном

¹ Авт. свид. № 1 130 677 СССР. Трансформируемое мобильное здание с автономным энергообеспечением/Сапрыкина Н. А. — Бюл. № 47. — 1984; Авт. свид. № 1 234 548 СССР. Трансформируемое здание с автономным энергообеспечением/Сапрыкина Н. А., Сапрыкин А. А. — Бюл. № 20. — 1986.

6

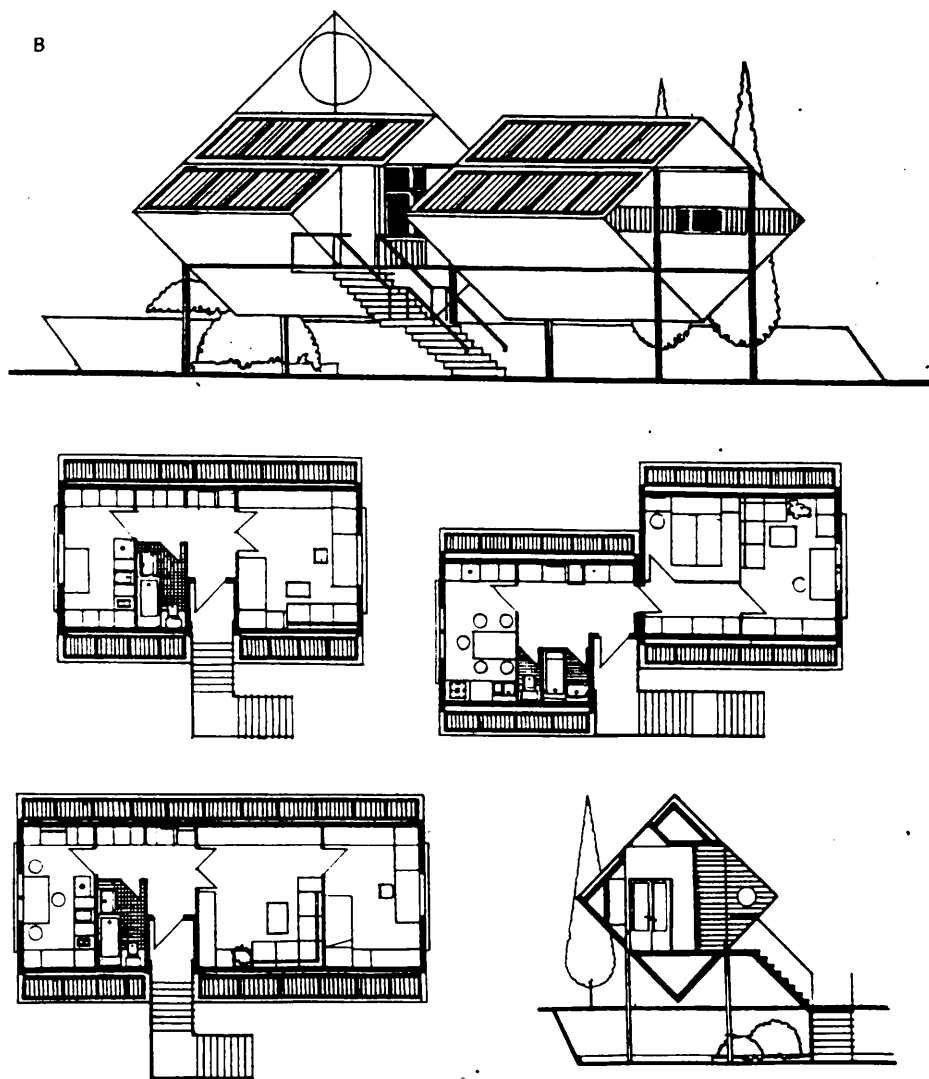


положении в боковых частях контейнерного блока. Кухонное и санитарно-техническое оборудование смонтировано в призмы, находящиеся в транспортном положении в верхней и нижней частях контейнерного блока. Внутри находятся встроенная мебель и оборудование, а закрывающие транспортные щиты могут быть использованы как перегородки и доборное оборудование. Расположение рабочей поверхности гелиоприемников внутри контейнерного блока при транспортировании способствует сохранности их остекления.

После доставки на место контейнерный блок разгружают с помощью подъемного механизма. В процессе разгрузки снизу блока выдвигаются подставки, регулирующие горизонтальность здания на площадке. По длине они равны высоте контейнерного блока. Подставки могут откидываться или быть встроенными в каркас блока и выдвигаться телескопически.

Монтаж производится путем разворота призматических элементов относительно друг друга и контейнерного блока (рис. 84, а), демонтаж, соответственно, в обратном порядке. Освободившееся пространство контейнерного блока можно использовать для различных целей.

В результате монтажа элементов получается объем, вдвое превышающий транспортные габариты, а двускатная кровля с смонтированными гелиоприемниками позволяет максимально собирать солнечную энергию в течение всего светового дня. Сечение контейнерного блока 3×3 м, а длина в зависимости от вида транспорта и надобности может быть 6, 9 или 12 м. Применение предлагаемых элементов различных размеров, а также использование принципа блокировки обеспечивает многообразие их сочетаний и образование из трансформируемых мобильных зданий с автономным энергообеспечением комплексов с индивидуальными архи-

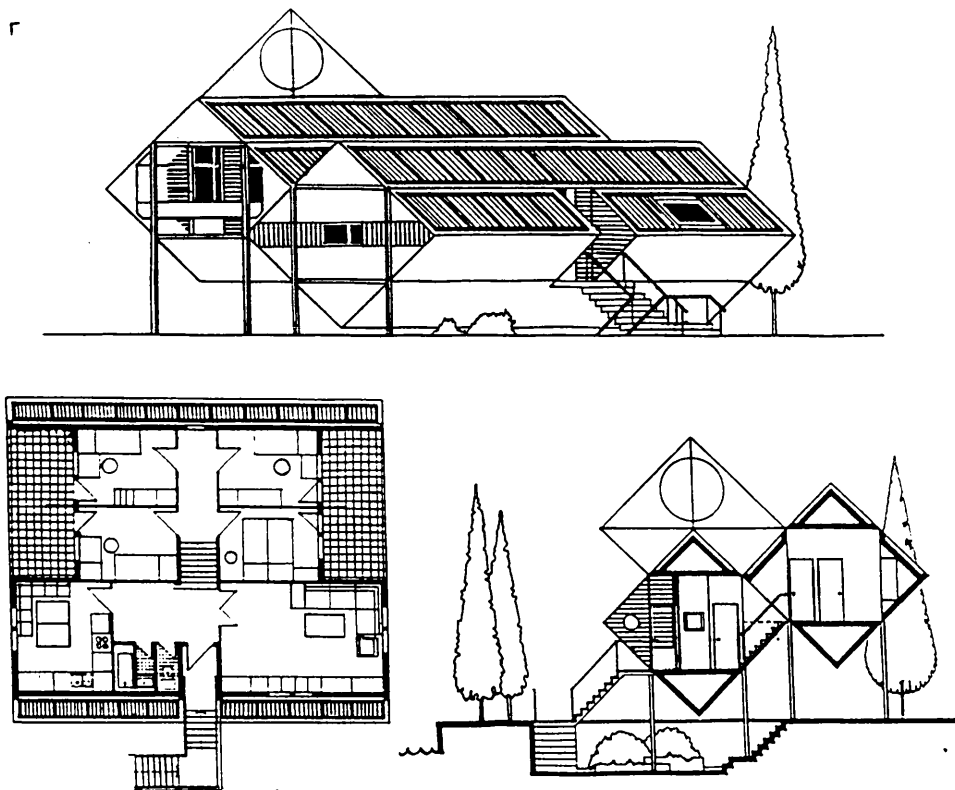


тектурно-планировочными решениями (рис. 84, б).

По методу разворота предлагаются два типа трансформируемых мобильных зданий: на плоскости земли и со стоек. Оба варианта разработаны для организации жилья в одном уровне (А) и на рельефе (Б).

Вариант 1А разработан для создания однокомнатной квартиры (с использованием одного 9-метрового блок-кон-

тейнера) и для двухкомнатных квартир (с использованием одного 12- и двух 6-метровых блоков). Предложенная планировочная схема квартир позволяет четко зонировать их на жилую и хозяйственную зоны (прихожая, санузел, кухня) в одном уровне. Пространство под развернутым блоком можно использовать для рекреации и других хозяйственных нужд, например устройства гаража (рис. 84, в).

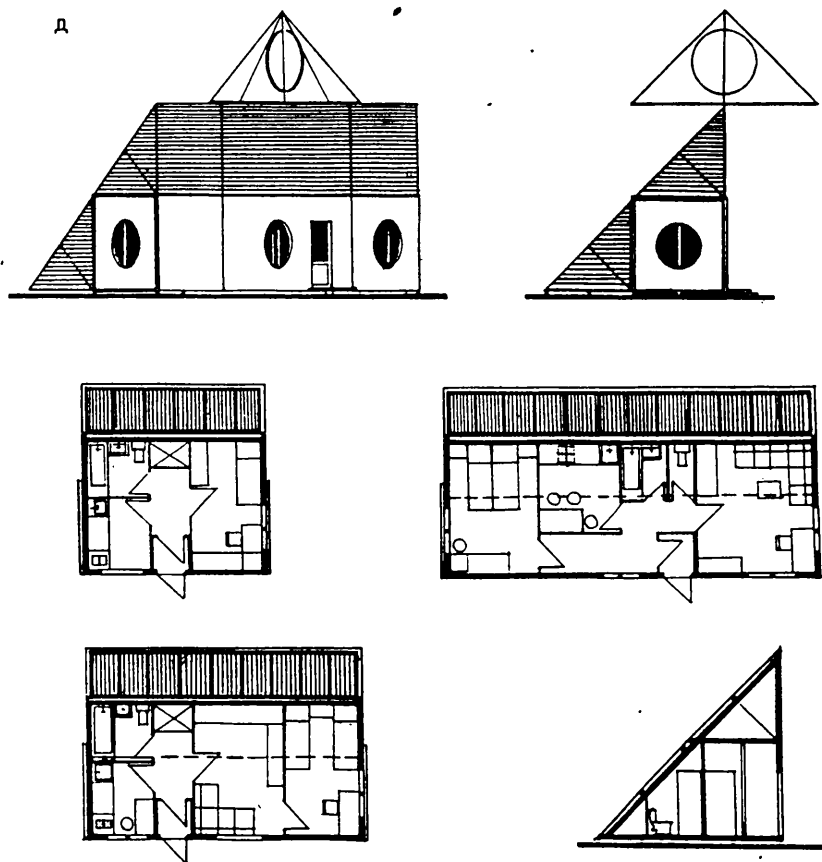


Вариант 1Б разработан для создания пятикомнатной квартиры в двух совмещенных блоках на рельефе со сдвижкой по вертикали, что способствует четкому функциональному зонированию помещений на жилые и хозяйственные зоны, объединенные между собой довольно большой гостиной, что удобно для большой семьи. Пространство под развернутыми блоками также может служить для различных нужд, а в южных районах — для создания так называемого внутреннего дворика, расположенного под зданием и защищенного от солнца (рис. 84, з).

Вариант 2А разработан для организации одной однокомнатной квартиры (с использованием одного 6-метрового контейнерного блока) и двух двухкомнатных квартир разной величины (с использованием 9- и 12-метрового контейнерных блоков). Планировка жилых

квартир четко зонирована на жилую и хозяйственную зоны. Схема разворота контейнерного блока позволяет получить здание совершенно другой конфигурации как в плане, так и в разрезе. Образованная наклонная плоскость может быть полностью отдана для размещения гелиоприемников, для большего сбора энергии. На верхнем уровне второго этажа зданий возможно устройство гелиоаккумуляторов или ветроэнергетического оборудования либо организация двусветного пространства, например общей комнаты (рис. 84, д).

Вариант 2Б предлагается для организации трехкомнатной квартиры (с использованием двух контейнерных блоков 6 и 12 м) с четким зонированием на активную и интимную зоны. Применение длинных блоков способствует созданию больших общих комнат с двусветной высотой. Длина блоков такова,

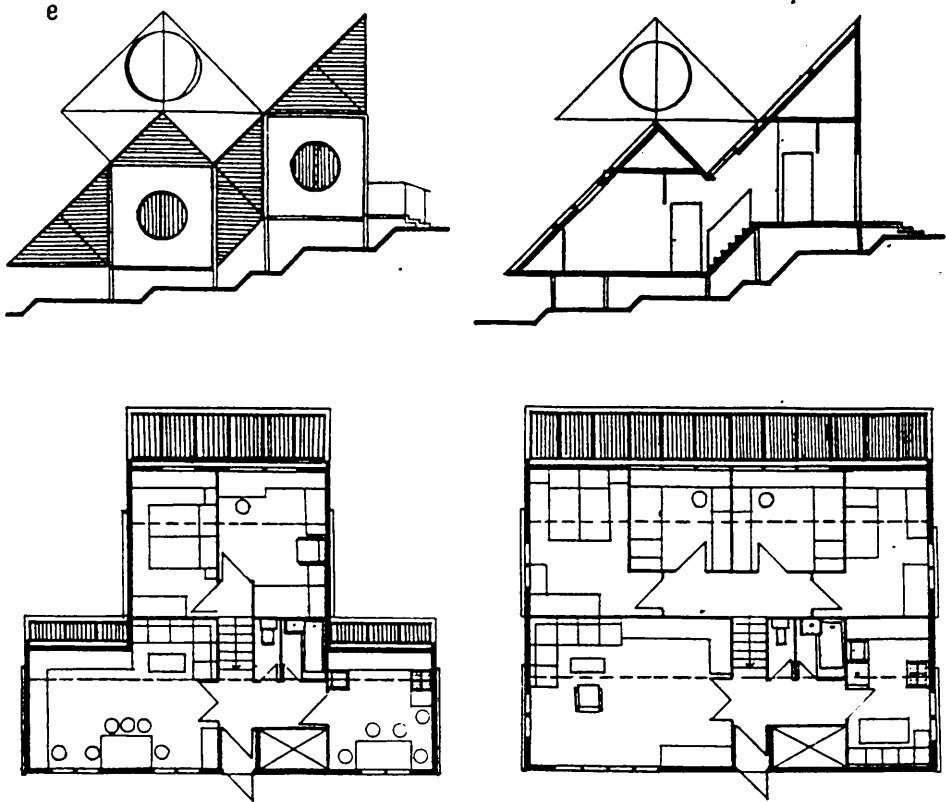


что достигается возможность удобной и экономичной блокировки квартир между собой, т. е. получения компактного жилья. Освещение помещений предусмотрено через оконные проемы, расположенные в торцовых стенах, а также в наклонных плоскостях среди гелиоприемников (рис. 84, е).

По сравнению с известными решениями предлагаемые мобильные трансформируемые (динамобильные) здания обеспечивают снижение расходов на отопление и электроснабжение, уменьшение затрат на ремонт гелиоприемников после транспортирования элементов, минимальные затраты труда и времени на возведение и привязку на месте эксплуатации и демонтажа, уве-

личение оборачиваемости, компактности при перевозке и в то же время увеличение полного объема здания, повышение уровня заводской готовности, увеличение площади гелиоприемников и их направленной ориентации по странам света. Многократное использование мобильных трансформируемых зданий с автономным энергообеспечением позволит снизить их стоимость в 2 раза, а трудозатраты на возведение свети до минимума.

Для сельских условий отгонных пастбищ в отдаленных и труднодоступных районах с экстремальными природно-климатическими условиями (пустыни, степи, предгорья, горные области) в МАрХИ разработаны экспери-



ментальные проекты бригадных динамических домов для чабанов Туркмении (рис. 85). По сравнению с рассмотренными проектами данное предложение отличается более высоким уровнем энергообеспеченности на величину перевозимого объема, так как используемая площадь гелиоприемников в результате трансформации блока значительно увеличена. Цель проекта — организация внутреннего автономно обитаемого пространства, создание выразительного архитектурного образа и разработка конструктивного обеспечения комплекса оборудованием для солнечного энергообеспечения, ветроагрегатами, опреснительными и водо-

подъемными установками, необходимыми для отгонного овецоводства.

В качестве конструкций мобильного здания служат трансформируемые контейнерные блоки из сочлененных секций с вмонтированными в них по скатым поверхностям гелиоприемниками, аккумуляторами энергии и ветроэнергетической установкой. Контейнерный блок имеет каркас из балок, стоек и диагональных распорок, а секции его выполнены в виде треугольных пирамид с основанием в виде равностороннего треугольника, где размещены гелиоприемники, при этом одна из секций шарнирно соединена с верхней диагональной распоркой, а две другие с нижними смежными балками (рис. 85, а).

Для транспортирования секции складывают в контейнерный блок остеклением гелиоприемников внутрь.

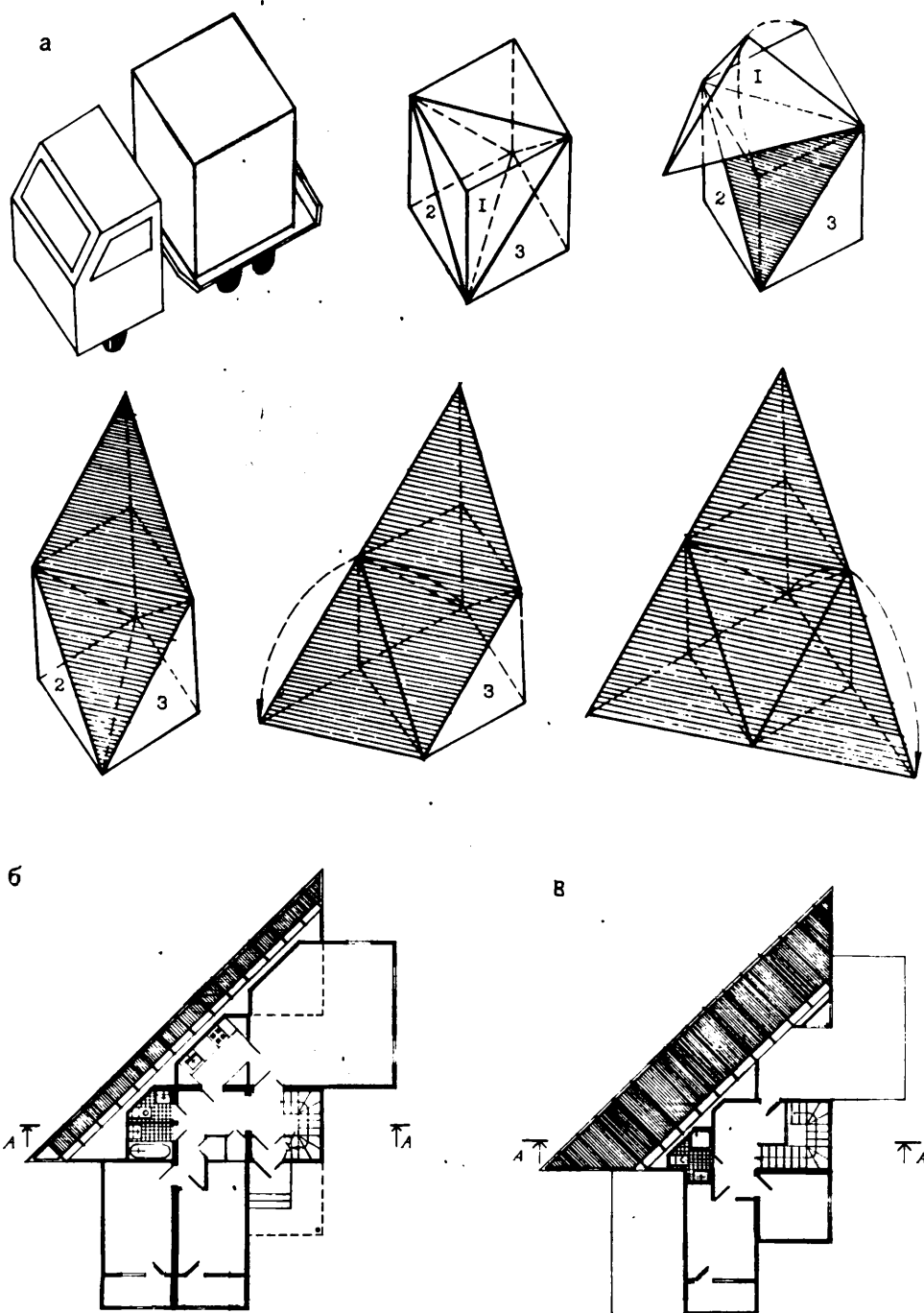
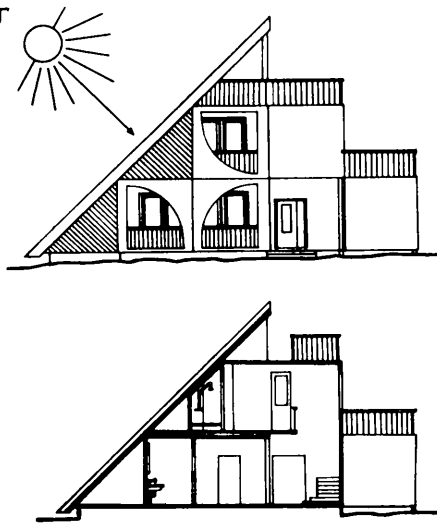


Рис. 83. Экспериментальные проекты динамических энергоактивных зданий для

чабанов-овцеводов Туркмении с автономным энергообеспечением (Авт. свид. №

1 469 056, СССР. Автор Н. А. Сапрыкина)
 а — схемы трансформации

блока; б — план 1-го этажа; в — план 2-го этажа; г — главный фасад и разрез



Внутреннее свободное пространство контейнерного блока, не заполненное секциями во время перевозки (равносторонняя пирамида), может быть использовано для мебели или доборных элементов. После доставки на место контейнерный блок разгружают с помощью подъемного механизма. Путем разворота секций в определенном порядке образуется мобильное жилое здание. В результате монтажа секций в рабочее положение освободившееся пространство контейнерного блока может быть использовано для различных целей, а размещение гелиоприемников в наклонной плоскости в виде разностороннего треугольника позволяет сблизить здания по фронту в одну линию в общей плоскости, обращенной к Солнцу.

Контейнерные блоки могут быть отдельными и сблокированными с другими, а также вмонтированными в контейнерный блок большей длины. Ориентация гелиоприемников на южной стороне при таком расположении контейнеров после их блокировки обеспечивает северо-западную и северо-восточную ориентацию помещений, что в условиях жаркого климата наиболее оптимально.

Инженерное оборудование бригадных домов включает отопление, вентиляцию, водопровод, горячее водоснабжение, охлаждение, канализацию, электроосвещение. Для отопления, горячего водоснабжения, охлаждения используется энергия Солнца, улавливаемая пассивными системами, активными либо интегральными системами солнечного теплоснабжения. Для электроснабжения применяются солнечная фотоэлектрическая установка и ветроагрегаты. В периоды отсутствия или недостатка солнечной радиации и ветра используются установки-дублиры для отопления и электроснабжения.

Мобильные бригадные дома, как правило, проектируются как с активными системами солнечного теплоснабжения (в активных системах использование солнечной энергии осуществляется с помощью инженерного оборудования, технологических устройств, позволяющих оборудованию улавливать, накапливать и распределять энергию), так и с интегральными системами, в которых используются лучшие качества пассивных и активных систем (простота и надежность пассивных и высокая эффективность активных). Для регулирования микроклимата в домах следует применять естественные средства — радиационное охлаждение воздушной среды, обводнение участков, солнцезащитные устройства, зеленые насаждения, а также искусственные средства — кондиционеры, работающие на солнечной энергии или на энергии от электростанции-дублира. По сравнению с известными предлагаемые трансформируемые здания обеспечивают увеличение площади гелиоприемников в 1,5 раза при одинаковых транспортных габаритах, а также компактность при перевозке и сохранность гелиоприемников.

В связи с тем, что демографический состав чабанов-овцеводов разнообразен (семьи от 2 до 6 — 8 человек или производственные бригады), то предложенное планировочное решение является универсальным, поэтому бригад-

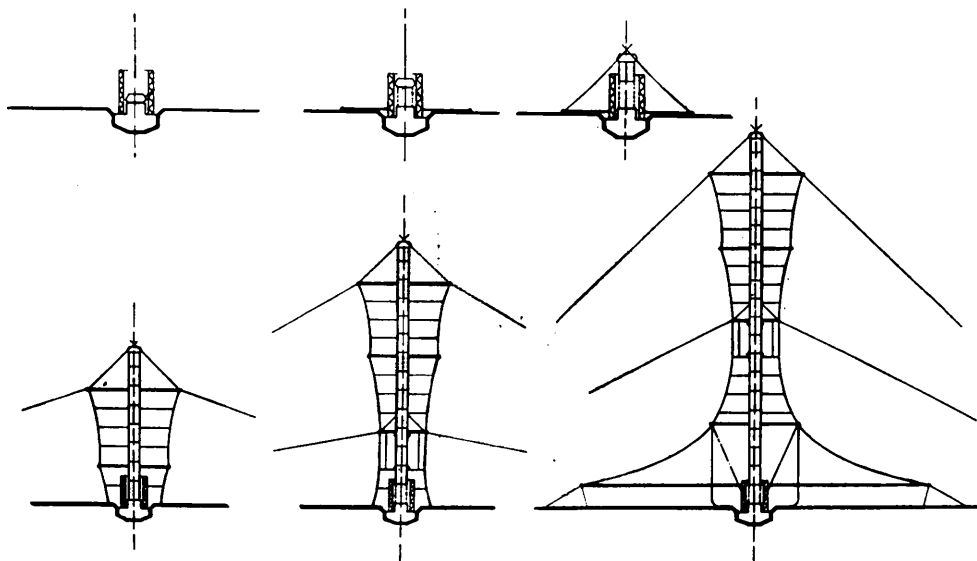


Рис. 86. Ветроподъемные
установки. Проект цикло-
башни (архитекторы Лео-

нард и Андре Нацаре, Па-
риж, 1974 г.)

ные дома используются как для семейного, так и для одиночного контингента. Зонирование предусмотрено по вертикали: на первом этаже размещаются прихожая с тамбуром, санузел, кухня, соединенная с двусветной общей комнатой и двумя изолированными спальнями. Из прихожей лестница ведет на второй этаж, где расположены жилые индивидуальные комнаты и санузел. Оборудование встроенное с возможностью трансформации (рис. 85, б, в).

Несмотря на очевидную эффективность трансформируемых мобильных (динамических) зданий с автономным энергообеспечением, их разработка и создание не нашли еще должного внимания проектировщиков и исследователей, что не отвечает требованиям ни сегодняшнего дня, ни будущего.

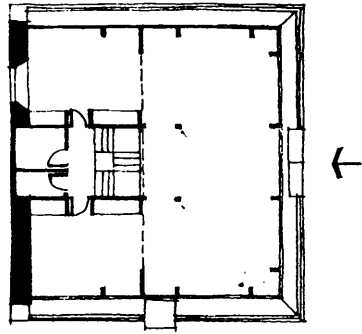
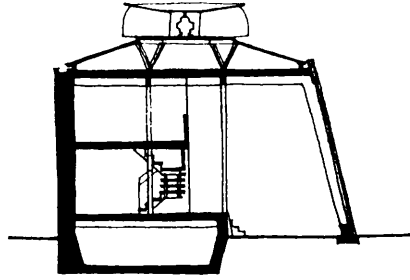
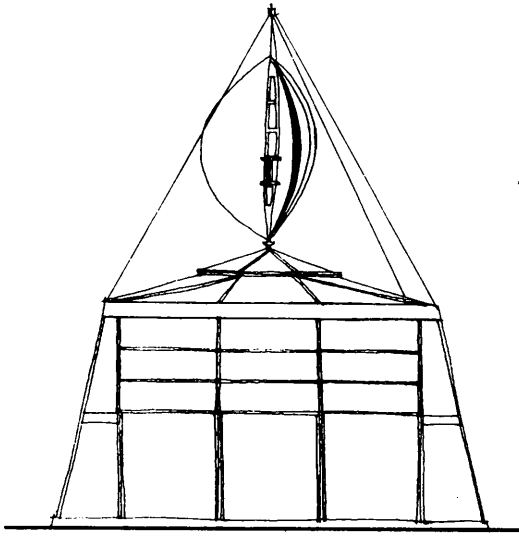
Ветроэнергоактивные здания являются более древними, чем даже гелиоактивные, по использованию энергии ветра и перевода ее в механическую энергию (мельницы, паруса и т. д.). Известны также попытки использовать энергию ветра для повышения энергетического баланса зданий в целях экономии энергии других источников энергии, но все они сводятся к размещению в окрестностях здания или на его кон-

струкциях обычных ветродвигателей одноцелевого назначения (рис. 86).

Существуют предложения, использующие принцип увеличения скорости движения вверх теплового воздуха по накрытой большим козырьком трубе, снабженной специальными спиралевидными приспособлениями. Однако современное представление о ветроэнергоактивном здании связано с наделением его конструкций дополнительной функцией улавливать и преобразовывать энергию ветра в другие полезные виды энергии — электрическую, тепловую, механическую и др. [60].

Использование энергии ветра зданиями может осуществляться путем локального воздействия их конструкции на воздушный поток и отбора энергии подвижными элементами здания или его инженерного оборудования. Поэтому ветроактивные здания должны быть оснащены такими элементами (с возможностью трансформации их в элементы ветроколеса), а форма защитных конструктивных элементов должна обеспечивать деформирование потоков

а



б

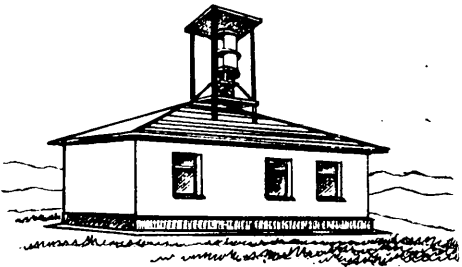
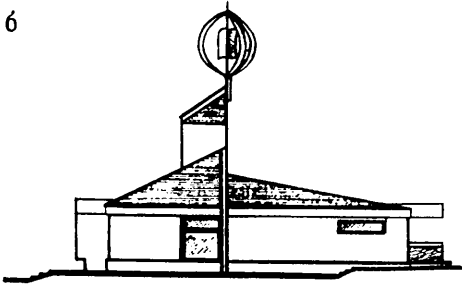


Рис. 87. Проекты домов с ветроэнергетическими установками
а — проект дома в Кембридже (архит. А. Пике), 1977 г.; б — типы ветроустановок; в —

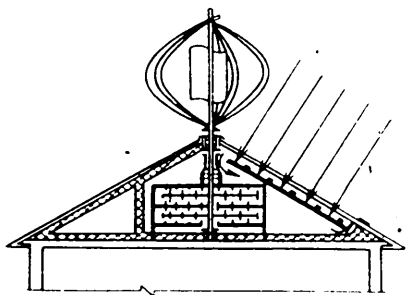
здания с ветро- и солнечным энергообеспечением: 1 — конструктивное решение ветро-гелиоустановки; 2 — проект archit. Р. Филзона

ветра и их интенсификацию в зоне работы ветроколеса. Это же касается и формы всего здания, которое может включать в себя часть ветроустановки, предусматривать ее размещение около себя или быть основанием опоры для крепления ветроустановки, а также совмещать ее с другими энергетическими системами, например с гелиоустановками (рис. 87).

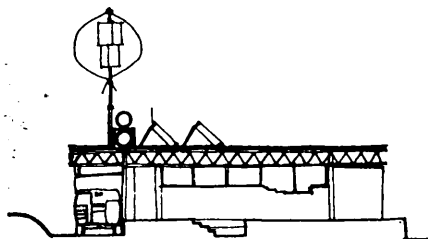
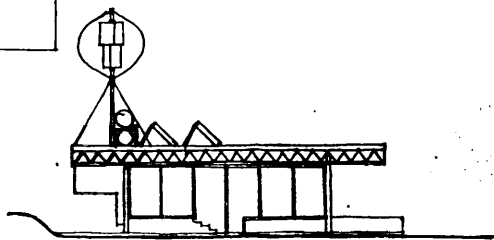
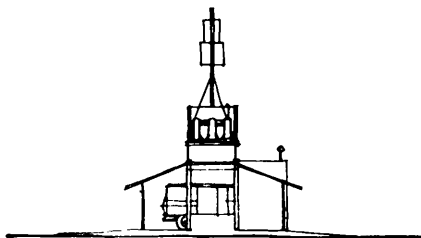
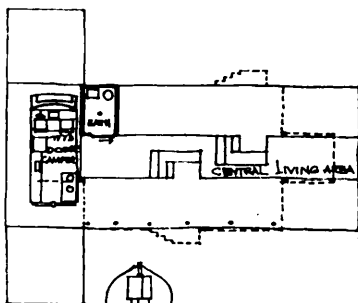
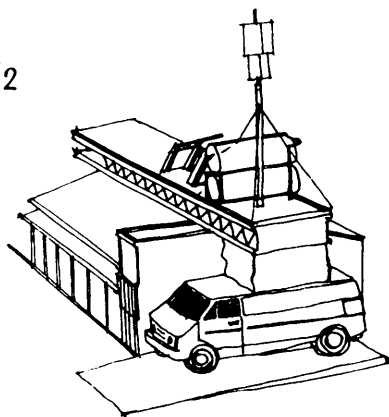
Существуют также градостроительные приемы, повышающие использование энергии ветра и учитывающие размещение зданий в зоне, наиболее обеспеченной энергией ветра (на основании характера рельефа и метеоданных), а также их взаимного расположения, исключающего возможность аэродинамического затенения и усиливающего общий аэродинамический эффект. Основными расчетными факторами при оценке энергии ветра в конкретном регионе являются данные о скорости ветра, ее вертикальном спектре, а также суточном и годовом ходе с учетом шероховатости подстилающей

В

1



2



поверхности региона. Расчет энергии ветра должен производиться с учетом фактического хода плотности воздуха в зависимости от температуры и атмосферного давления [60].

При создании зданий, использующих принцип динамической адаптации, ветроэнергоактивными конструкциями можно считать покрытия стены (преимущественно в верхней части), защитные элементы светопроемов (зенитных фонарей), конструкции экранов и надстроек (рис. 88). Кроме того, для повы-

шения эффективности работы трансформируемого ветроколеса предлагается организация подачи к нему дополнительных масс воздуха путем придания специальной формы воздухозаборными устройствами (рис. 89). Для этого определенной части здания придают аэродинамическую форму, например, вертикального цилиндра или близкого к нему многогранника, вокруг которого размещают ветротурбину. Общий эффект можно повысить путем усиления мощности или комбинирован-

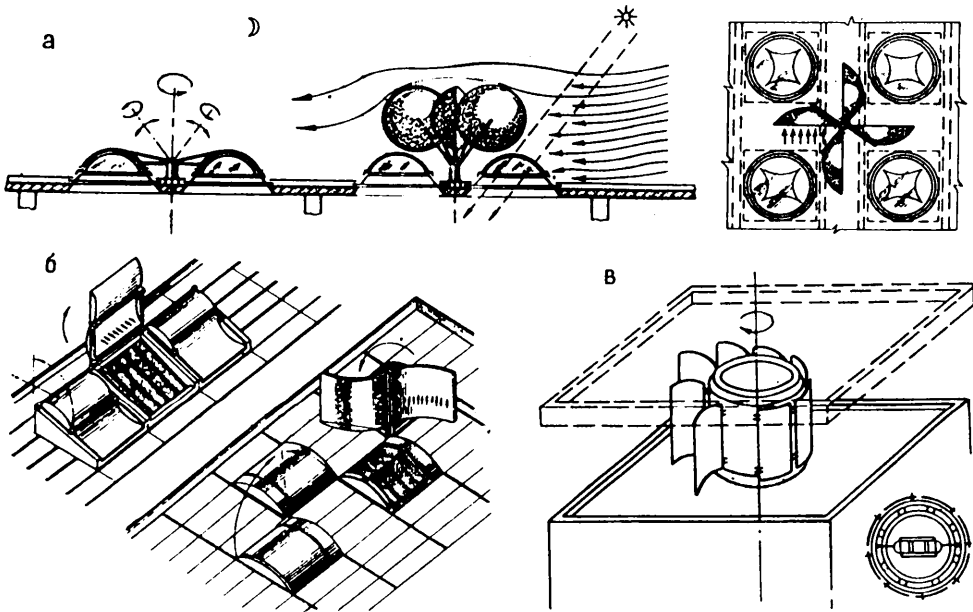


Рис. 88. Ветроэнергoактивные элементы зданий [60]
а — группа зенитных фонарей с защитными створками, трансформируемыми в лопасти ветроколеса; б — зенитный фонарь с поворотным экраном, трансформируемый в

ротор (с горизонтальной и вертикальной осью вращения); в — устройство ветроколеса в виде вертикального цилиндра, охватывающего цилиндрический объемный элемент

ного применения в одном здании или их комплексе нескольких энергоактивных систем.

Гидроэнергоактивные здания с использованием гидро- и геотермальной энергии, которая как возобновляемый вид энергии значительно менее потенциальна, но отличается сезонносуточной стабильностью, не нашли еще распространения в практике проектирования и строительства. Геотермальная энергия низкого потенциала применяется для снижения тепловых нагрузок на отопительную систему зданий (на период отопительного сезона) путем извлечения непреобразованной теплоты низкого потенциала из грунта и подводки ее к наружному ограждению, а также для расширенного использования геотермальной энергии низкого потенциала для тепло- и

хладоснабжения зданий посредством систем с теплонасосом.

Проектирование таких зданий имеет специфические особенности для каждого вида энергии [60]. Коротко можно отметить, что принцип полифункциональности при проектировании энергоактивных зданий гидротермального типа позволяет совмещать водозаборные конструкции, теплообменные и циркуляционные каналы с конструкциями здания (рис. 90). Повысить эффективность использования геотермальной энергии можно путем устройства двухконтурных систем с расположением внешнего контура в массиве грунта и работы его в режиме фазовых превращений грунтовых влаги, а также инженерных средств, повышающих энтальпию грунта в летний период.

Альтернативность использования энергии заключается в отдаче или отборе тепловой энергии в зависимости от ее дефицита или избытка в тепловом балансе здания. Общечное решение — применение конструкций с гидрокolleкторами, совмещенными с ограждающими конструкциями зданий. Гидро-

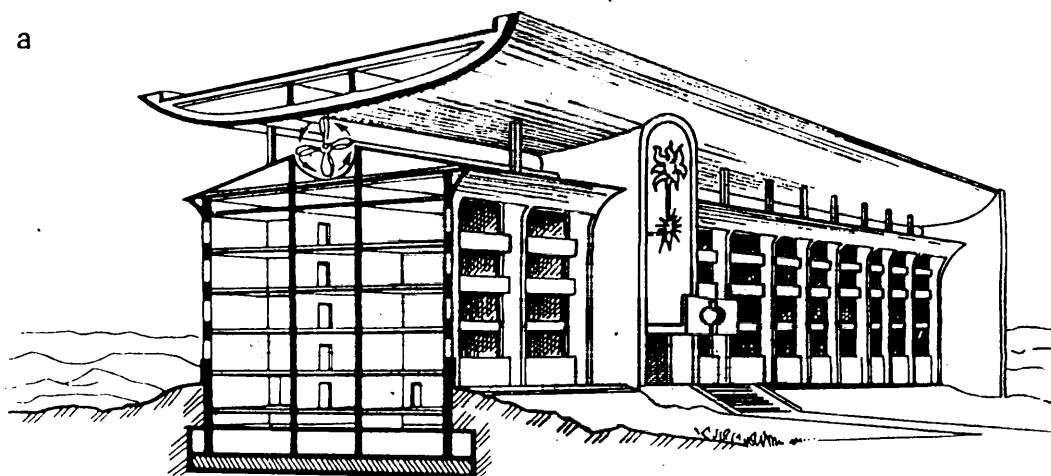


Рис. 89. Решения ветроэнер-
гоактивных зданий с улавли-
ванием и концентрацией
поддачи воздушных потоков к
ветроколесу [60]
а — здание с крышей аэроди-
намической формы; б — зда-
ния с устройством на крыше

односкатного экрана-концен-
тратора; в — здания с комп-
лексными аэродинамически-
ми и солнцезащитными
экранами; г — использование
нескольких видов ветроэнер-
гетических концентраторов

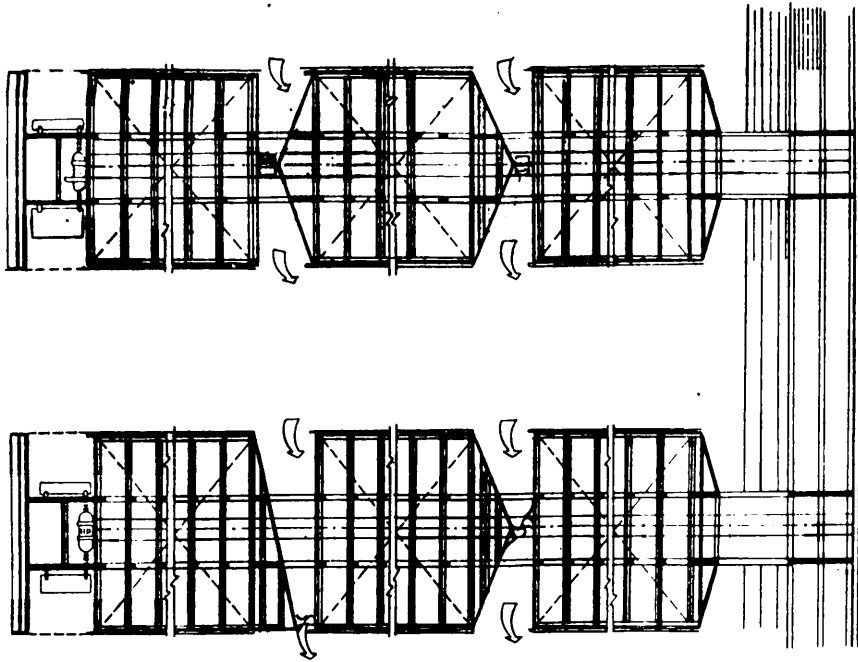
коллекторы, предназначенные для не-
преобразованного низкопотенциально-
го носителя, размещают в полости ог-
раждения в любой части по толщине
сечения ограждения, что влияет на его
форму. Важнейшая практическая зада-
ча заключается в обеспечении повы-
шенной гидроизоляции конструкций.
Соприкасающиеся с водой или находя-
щиеся в зоне повышенной увлажненно-
сти элементы гидроэнергоактивных си-
стем обычно выполняют из
водостойких, водонепроницаемых и на-
дежно защищенных от коррозии мате-
риалов, а теплообменные элементы
двухконтурной системы, соприкасаю-
щиеся с агрессивной средой, — из хи-
мически стойких материалов или же на-
дежно защищают от прямого контакта
с ней.

Использование гидро- и геотер-
мальной энергии в адаптируемых зда-
ниях и сооружениях дает определенные
экономические и экологические пре-
имущества по сравнению с обычными
архитектурными объектами. Однако с
позиций использования принципов ди-

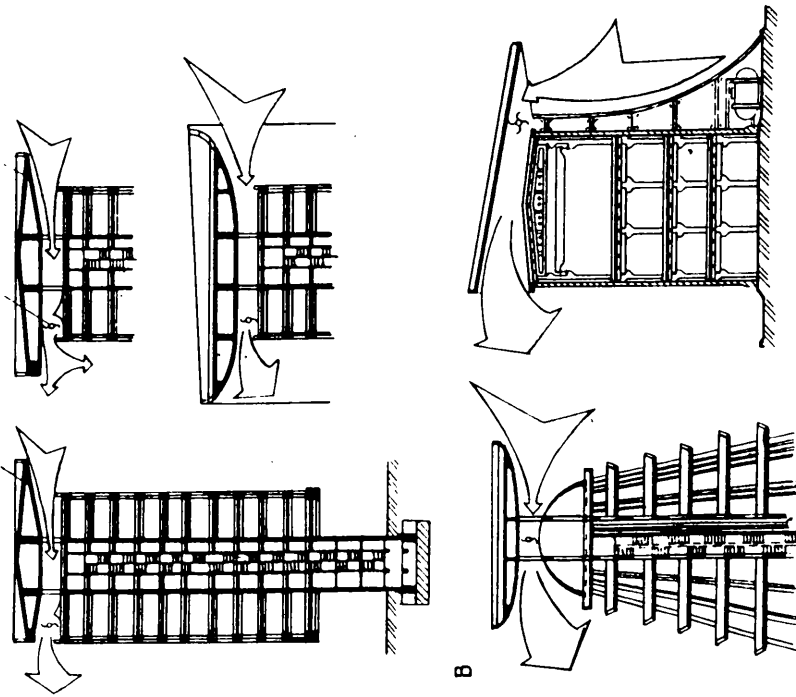
намической адаптации и изменения
формы этот способ не имеет вырази-
тельных примеров.

Биоэнергоактивные здания и соору-
жения, основанные на принципах ис-
пользования биогаза как конечного
продукта многоступенчатой конверсии
солнечной энергии, первоначально ас-
симилированной в биологической массе
и затем превращенной в газообразное
топливо, по своим архитектурно-пла-
нировочным решениям не отличаются
от зданий, где этот газ служит для отоп-
ления, охлаждения или других техноло-
гических или экологических целей.
Среди используемых приемов в разра-
ботке биоэнергоактивных зданий и со-
оружений различают: реакторные блоки
генерации биогаза (метантенки) и бло-
ки аккумулирования конечного про-
дукта (биогаза) — носителя энергии
(газгольдеры). Сфера применения био-
энергии широка и разнообразна: в сель-
ском хозяйстве — животноводческие
здания, агропромышленные здания при
переработке сельскохозяйственной
продукции, в пунктах утилизации отхо-
дов; в промышленности — на лесозаго-
товках, химических и биоперерабаты-
вающие производства; в жилых и
общественных зданиях.

Первые две сферы использования
имеют свою специфику, связанную с

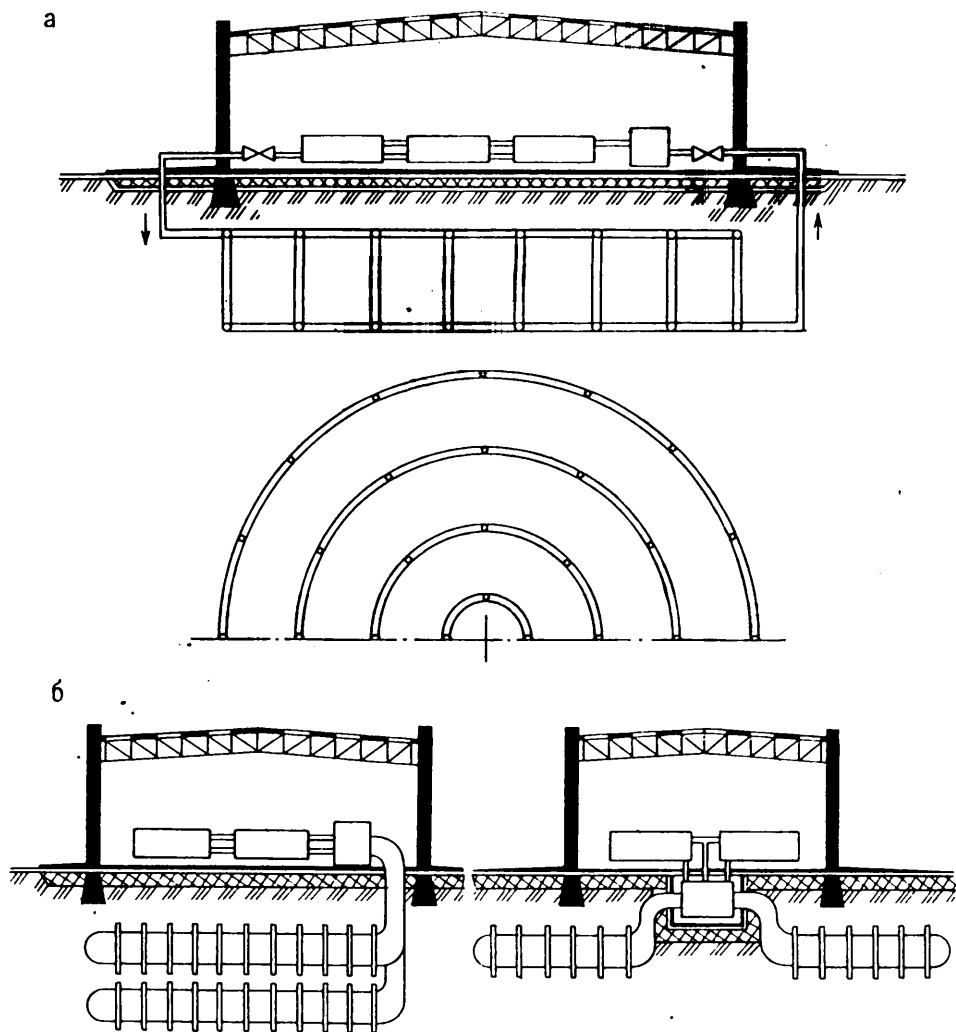


L



6

B



технологическими процессами (рис. 91, 92) и довольно подробно освещены в специальной литературе. Наибольший интерес представляют биоэнергоактивные жилые и общественные здания.

Среди примеров таких зданий можно назвать проект "Дома будущего", удостоенный гран-при на конкурсе, организованном японской ассоциацией дизайна (авторы Х. Оуэн и группа студентов Чикагского института, рис. 93, а). Проект жилого дома¹, легко приспособляемого к изменяющимся потре-

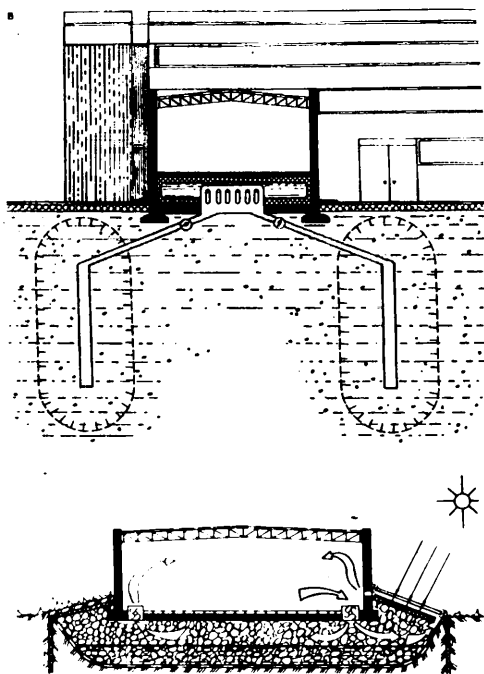
Рис. 90. Здания с гидротермальными коллекторами [60]

а — размещение гидрокolleктора в водонасыщенном слое грунта (система из кон-

центрических труб в двух ярусах); б — то же (система горизонтально-параллельных труб в одном или двух ярусах); в — дополнение коллектором солнечной энергии

ностям людей благодаря применению новой технологии, в том числе и с использованием информатики, получает совершенно новое качество. Это связано с тем, что, с одной стороны, элект-

¹ La Maison du futur". — Techniques et Architecture, 1984, № 355.



ронное оборудование в последнее время становится необходимым элементом жилого дома, а с другой, — ЭВМ используется в процессе проектирования для обработки комплексных данных и систематизации той информации, которая получена при анализе поставленной задачи. В данном случае применен новый подход к процессу концептуального проектирования, включающего согласно рассмотренным критериям анализ, синтез и оценку. Результатом взаимосвязи анализа и оценки явилась модификация так называемой предварительной (оценочной) конъюнктурной модели, что предполагает большой выбор идей и позволяет получить в результате многочисленные модификации жилища.

Актуальность разработки биоэнергетического дома связана с тем, что стоимость инженерного оборудования, как правило, больше половины общей стоимости американского дома среднего класса, а встраивать инженерное оборудование в конструкции в заводских

условиях до настоящего времени не удается. Поэтому энергетическая система "Дома будущего" представляет собой автономный источник энергии, состоящий из трех блоков. Первый — модуль гелио- и ветроустановка, следящая за движением Солнца, излучение которого она использует для электролиза химического раствора. Система полностью автономна, источником энергии является Солнце, а конечным продуктом — электроэнергия, для обеспечения которой необходимо установить на крыше 30—40 модулей. Для сокращения их числа в каждый модуль включена ветроустановка, дающая дополнительную энергию. Второй — система воспроизводства энергии, включающая шесть основных элементов (основной и дополнительный газовые котлы, теплообменник, кондиционер, контрольный микропроцессор, а также накопительный резервуар), все компоненты накопления энергии которой выполнены в виде оборудования, свободно перемещаемого внутри дома. Питание газового котла осуществляется за счет газа, получаемого от биомассы (либо от городской газовой сети, если это необходимо). Размеры и число блоков накопительного резервуара зависят от количества тепла и размера дома. В период большой нагрузки сети системы отопления и кондиционирования не функционируют, а циркуляция воздуха в это время осуществляется для обогрева или охлаждения (в зависимости от потребностей дома). Третий блок — система использования биомассы, состоящая из пяти элементов (резервуар биомассы, промежуточный обменник, компрессор, накопительный резервуар и теплообменник отработанных вод), где все оборудование системы заключено в контейнеры. Отходы из санузла, кухни, пыль и все прочие органические отходы поступают в резервуар биомассы. Теплообменник под контролем микропроцессора посылает газ в систему, которая после сжатия газа направляет его в накопительный резервуар. Накопленный газ используется непосредст-

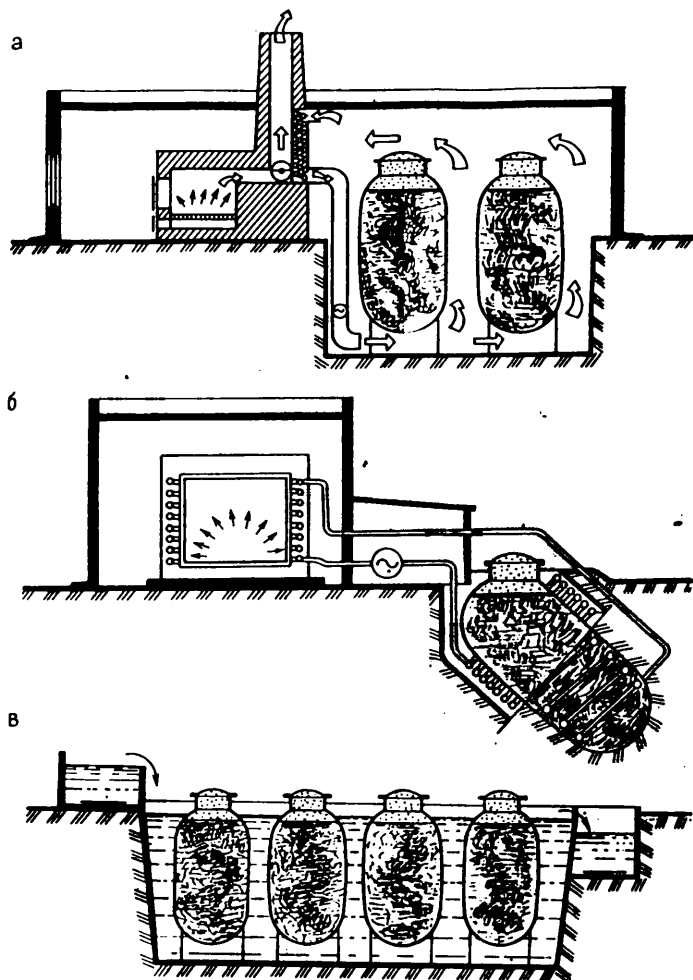


Рис. 91. Вариантные решения утилизации энергии промышленных выбросов для обогрева метантенков [60]

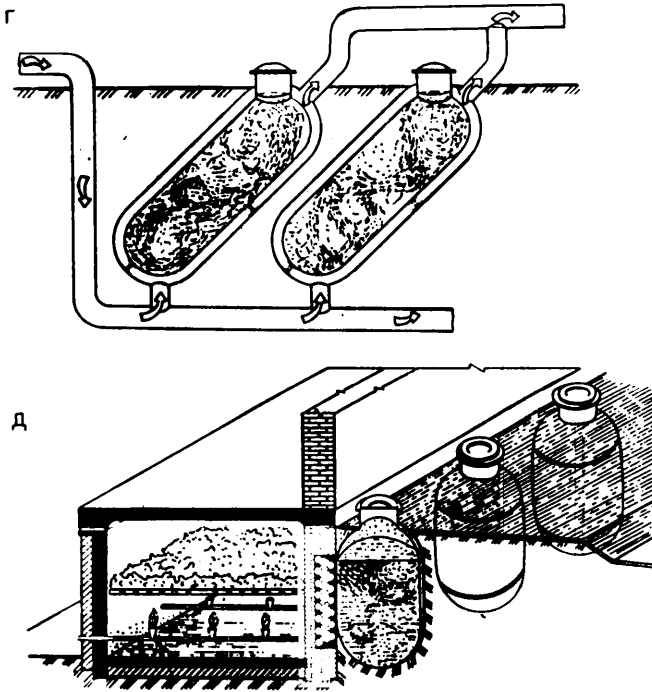
а — уходящими газами из системы дымоудаления; б — теплотой из энерговыделяющих агрегатов (печей, реакторов); в — теплотой сбросовых вод ТЭЦ; г — воздухом из системы вытяжной вентиляции; д — контактно передаваемой теплотой энергетического агрегата

венно в газовом котле для отопления зимой и выработки электроэнергии летом.

Главные архитектурно-планировочные достоинства настоящего предложения — его способность приспосабливаться ко всем новым потребностям, что дает возможность его обитателям самим "создавать" жилище. Здание состоит из набора модульных элементов, с помощью которых можно удовлетворить не только текущие, но и будущие потребности жильцов (см. рис. 93, а). Это достигается путем использования принципов динамической адаптации —

трансформации, замены или ликвидации некоторых элементов. Таким образом, предлагаемое жилище способно одновременно включать новые элементы и избавляться от устаревших.

Технической основой дома служит распределительная и централизованная компьютерная сеть, где все бытовые системы находятся под контролем своих микропроцессоров, управление которых осуществляется через ЭВМ. По всему дому распределены датчики — детекторы пожара и тревоги, а также регуляторы температурно-влажностного режима [6].



Помимо перечисленных технико-экономических характеристик дома система его свободного планирования и проектирования дает возможность комбинаторики архитектурно-планировочных и образных решений. Так, добавление или сокращение модулей по фасаду может изменить как функцию помещения, так и его внешний вид, а система инженерных коммуникаций, встроенных в техническое перекрытие, способствует большей гибкости планировки. К тому же основные технические элементы сгруппированы в блоки, которые можно перемещать, а компьютеризация предусматривает контроль и автоматическое управление. Комплексное использование в данном проекте и мультипликация приемов гелио-ветро- и биоэнергетики обеспечивают автономное энергообеспечение здания или снижение расхода энергии традиционных источников, что повышает экономичность таких энергоактивных объектов,

утилизирующих некондиционную биомассу (а также отходы других производств), что весьма важно для экологии.

3.1.2. Архитектура экстремальности

Приспособление зданий и сооружений к условиям окружающей среды и ее изменениям особенно ярко проявляется в экстремальных условиях, включающих в себя широкий диапазон областей и сфер строительства. Они различаются в зависимости от экстремальности природных условий (заболоченность, заторфованность, районы с возможностью землетрясений, извержения вулканов, схода селей или лавин, разлива рек и других агрессивных вод и т. п.), от экстремальных факторов среды обитания (несоответствие допустимым нормам состава воздушной среды, солнечной радиации, ветрового и влажностного режима физиолого-медицинским нормам обитания, требующих

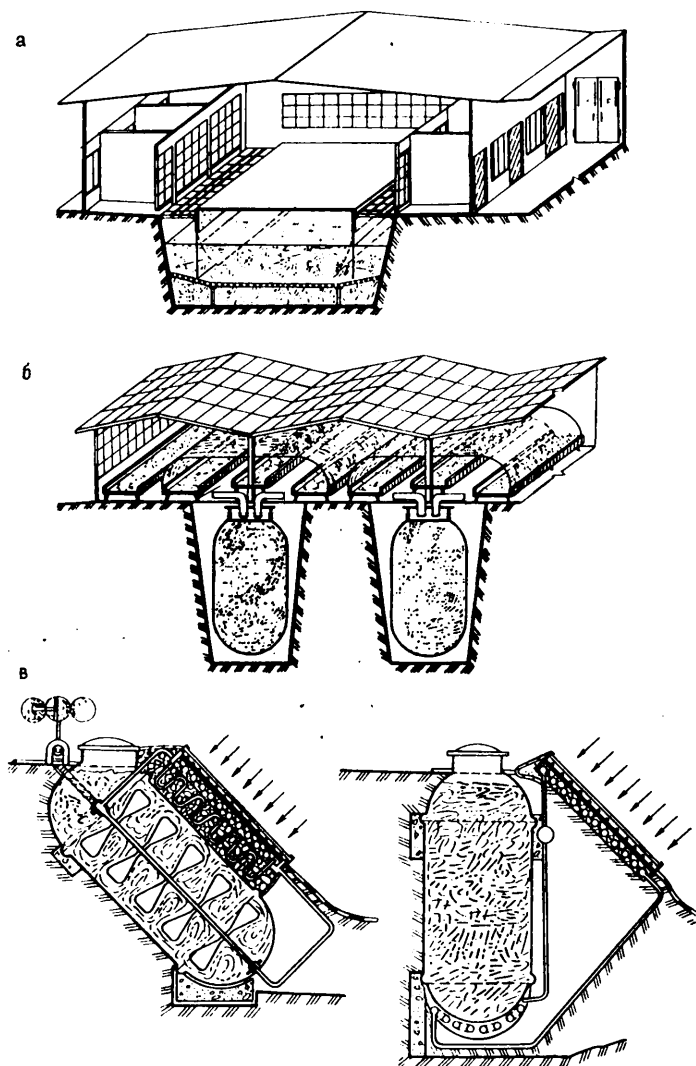


Рис. 92. Приемы совмещения биоэнергетических систем с производственными зданиями и сооружениями [60]
 а — животноводческое здание с системой навозоудаления;
 б — культивационное сооружение, объединенное с системой метантенков; в — приемы совмещения подогрева и перемешивания биомассы в метантенках

герметизации и защиты человека), от экстремальных условий строительства (труднодоступность доставки, очаговость, отсутствие энергообеспечения, временность, сезонность и др.). Строго определенное значение экстремальности сформулировать сложно, так как эти характеристики всегда в той или иной мере существуют в любом районе.

В связи с расширением в последнее время диапазона областей экстремаль-

ности ее влияние распространяется как на Земле, так и в космосе. В свою очередь в зависимости от природных условий на Земле различают районы, имеющие крайне экстремальные условия: холодные (Север, Арктика, Антарктика), жаркие (пустыни) и резко континентальные (высокогорье). В зависимости от экстремальных факторов среды обитания и условий строительства к перечисленным областям на крайних точках Земли относятся также строительство

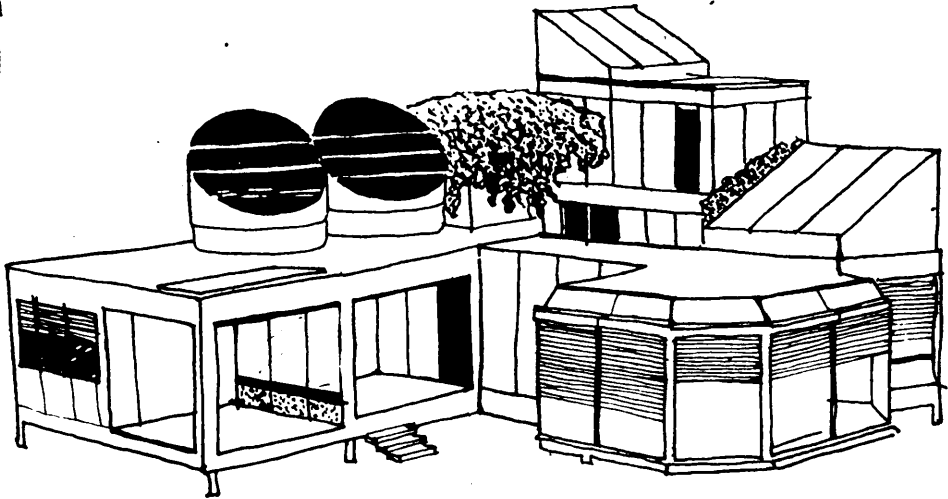
a
i

Рис. 93. Проекты экологических домов

а — проект "Дом будущего" с биоэнергетическими системами, 1984 г. (автор Х. Оуэн и группа студентов Чикагского института); 1 — общий вид; 2 — различные модульные компоненты жилого дома; 3 — энергетический модуль —

солнечные панели и ветровая установка; б — проект "Дом-пончик", 1986 г. (фирма "Системы будущего", архитекторы Я. Каплицкий и Д. Никсон); 1 — аксонометрия; 2 — планы; 3 — разрез; 4 — варианты расположения дома на различных рельефах

на воде, под водой, подземное строительство, строительство в сейсмичных и других опасных районах, а также предприятия с агрессивными средами. Создание искусственной среды обитания в космических экстремальных условиях (архитектура невесомости) различается в зависимости от дальности нахождения: космическое околоземное пространство (орбитальные объекты) и межпланетное космическое пространство (межпланетные объекты), в том числе объекты Солнечной системы и Галактики.

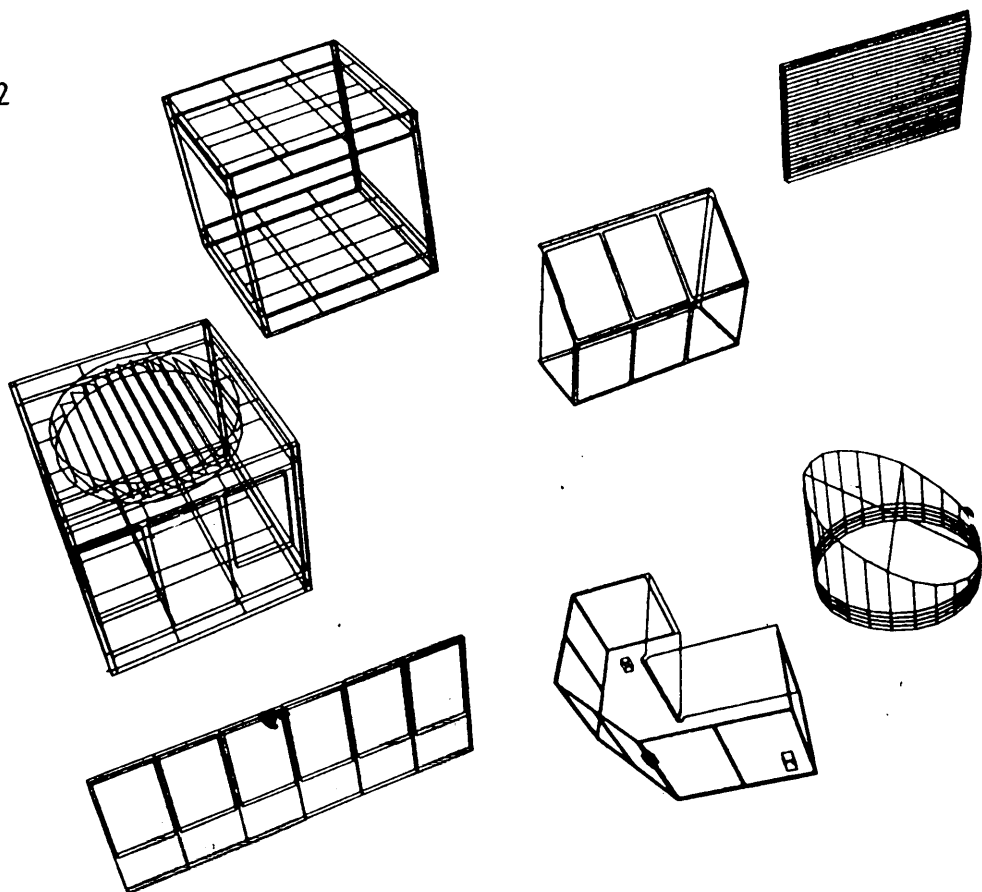
Основные общие характерные черты экстремальных областей: отдаленность и изолированность от развитых районов, очаговость и труднодоступность, малая освоенность территории; сложные неблагоприятные, а порой невозможные без соответствующего технического оснащения условия существования людей, требующие необходимости защиты человека от окружающей агрессивной среды; времен-

ность проживания и автономность существования поселения, которая в значительной степени связана с образом жизни населения; специфический демографический состав населения и др.

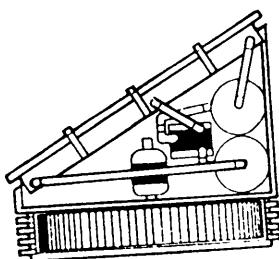
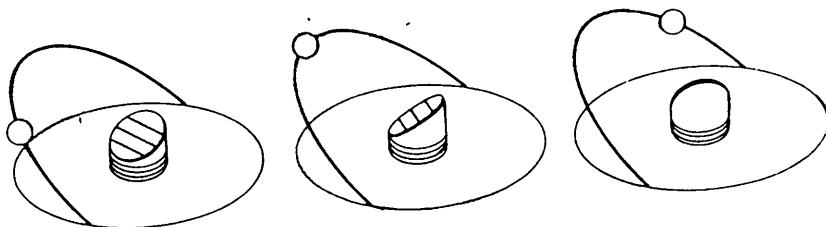
Экстремальность условий строительства (отклонение от нормативных характеристик строительства: климат, сейсмика, инженерная геология и др.) порождает новое направление в архитектуре — технологическую архитектуру. Это обусловлено тем, что строительство в экстремальных условиях вызывает возникновение нетрадиционных методов и подходов в архитектурно-технологическом формировании объектов. Здесь создается среда обитания, отличная от сложившейся, иное мироощущение человека, стирается грань между технологией и архитектурой, что расширяет творческие возможности, дающие новые знаково-символические метафоры в формообразовании таких объектов.

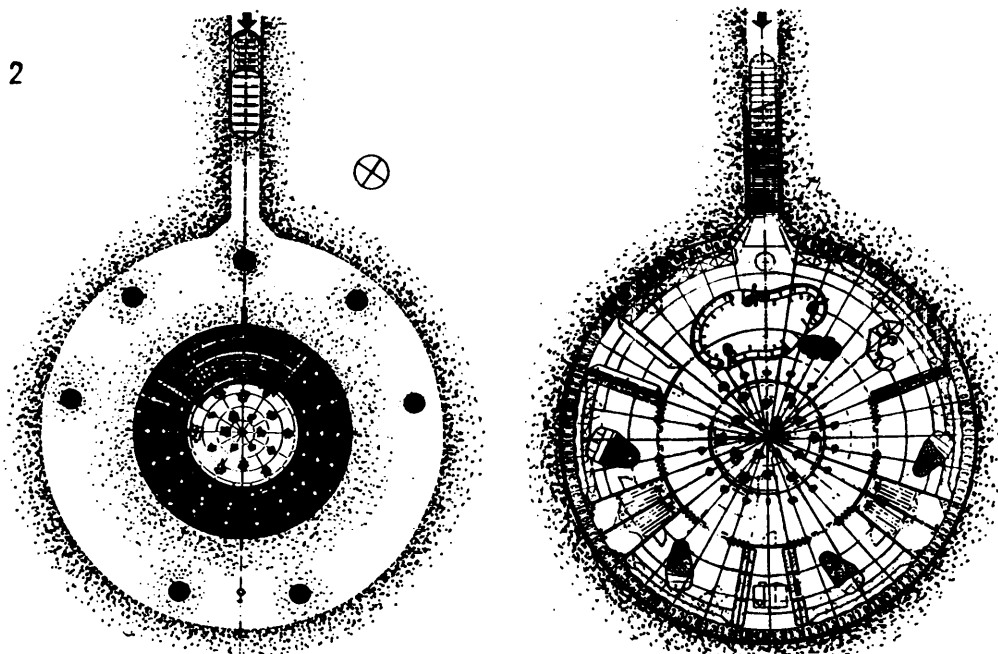
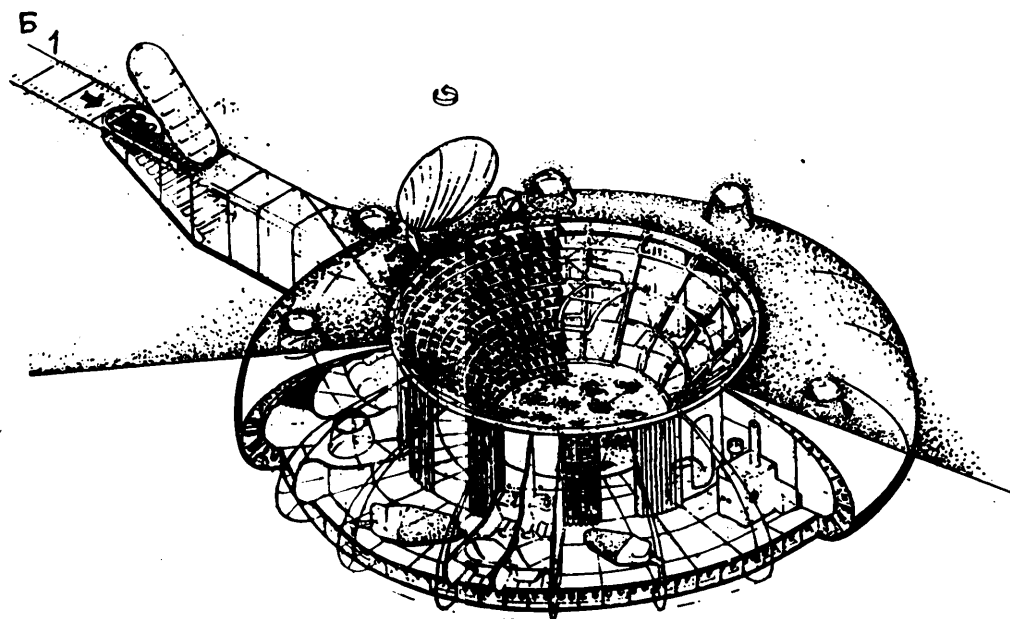
Проблема создания искусственной среды обитания в экстремальных условиях всегда привлекала внимание ученых, философов, инженеров, архитекторов, медиков, экологов, социологов, психологов и других специалистов. Это связано с тем, что данная проблема тре-

2

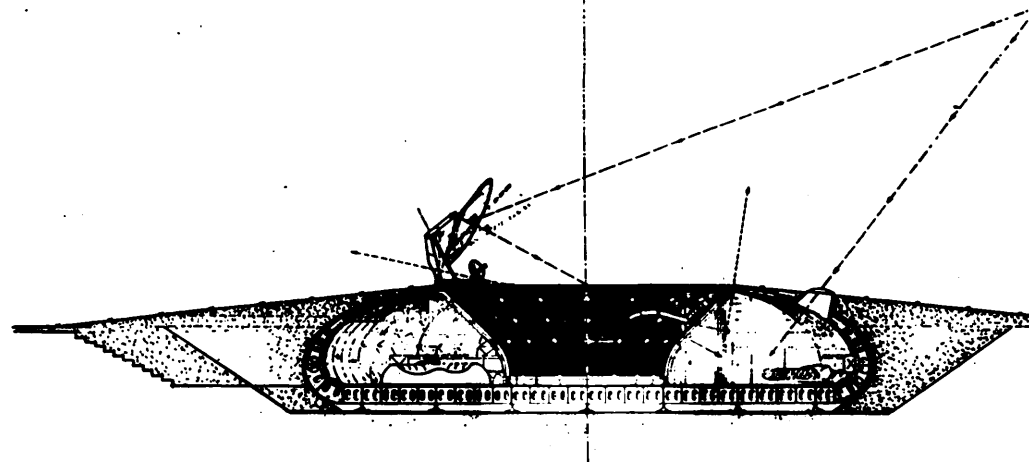
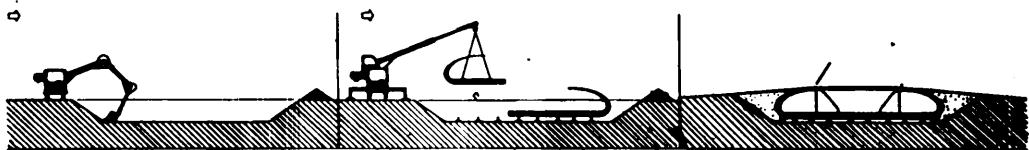


3

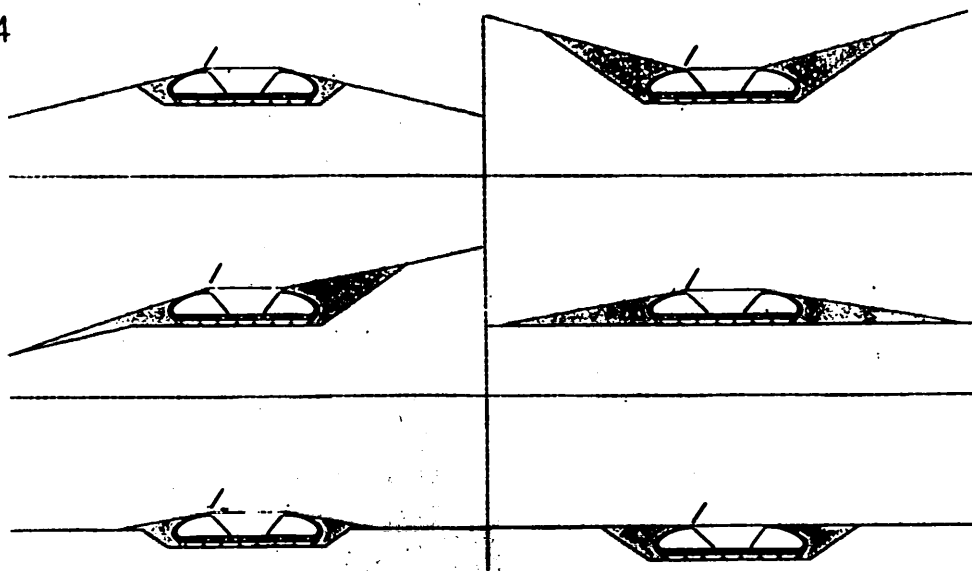




3



4



бует комплексного исследования и ставит ряд задач, связанных с созданием архитектурных объектов с использованием принципов динамической адаптации. В первую очередь это разработка принципов проектирования и проектных предложений по организации быстровозводимых поселений, например в случаях бедствия в сейсмических и других районах с экстремальными природными условиями. Опыт создания таких объектов будет полезен и при организации сезонного отдыха и туризма, организации фестивалей и других зрелищных мероприятий, а также общественно-политических (караваны "Мира" и др.) и религиозных мероприятий.

В рамках данной проблемы большое значение также имеет проведение научно-исследовательских и проектно-экспериментальных работ для создания архитектурно-планировочных и объемно-пространственных решений производственно-селитебных комплексов с безотходной технологией (с защитой человека от отрицательного воздействия внешней среды, улучшением биоклиматических условий среды обитания) для условий постоянного и временного проживания. Такие комплексы необходимы для нужд промышленности, строительства, сельского хозяйства (овощеводческие, животноводческие и птицеводческие), науки, отдыха и туризма (рекреационные комплексы и охрана природной среды) и др. Если рассматривать особенности строительства отдельно для каждой экстремальной области, то можно отметить ряд характерных требований к проектированию там искусственной среды обитания с использованием принципов динамической адаптации.

1. При планировке и строительстве северных населенных мест основная градостроительная задача состоит в защите человека от отрицательного воздействия внешней среды, улучшении биоклиматических условий, а также условий эксплуатации жилых поселений.

Специфика природно-климатиче-

ских условий в данном районе, слабое развитие индустриальной базы строительства и отсутствие надежных транспортных средств требуют особого подхода к решению проблемы проектирования и строительства жилых домов и зданий культурно-бытового назначения. К таким специфическим условиям относятся:

экстремальные природно-климатические условия значительной части районов строительства — расчетные зимние температуры до -60°C , увеличенная продолжительность зимнего периода, наличие труднопроходимых болот большой протяженности и ряд других региональных факторов, затрудняющих развитие сельского хозяйства и многих отраслей промышленности;

удаленность районов от городов и других населенных пунктов влечет за собой отсутствие или нехватку местной рабочей силы и необходимость обеспечивать ее жильем и различными видами социально-бытовых услуг;

отсутствие в большинстве случаев местных строительных материалов, которые могли бы быть использованы при сооружении зданий и благоустроенных дорог (отсюда необходимость перевозки конструкций и элементов зданий по "зимникам", транспортирование по воздуху);

повышенные затраты труда на производимые работы и избыточная подвижность трудоспособной части населения.

Перечисленные особенности строительства в северных районах из-за своей уникальности вызывают противоречия между ограниченностью сроков эксплуатации промышленных объектов и задачей комплексного развития и долгосрочного заселения региона, необходимостью в краткие сроки создать территориально-промышленный комплекс и в первую очередь — жилье и обслуживание. Очаговость освоения противоречит понятию комплексности, которая заложена в основу развития региона.

Все это обуславливает необходи-

мость использования, особенно на первых этапах освоения, мобильных поселений с малыми сроками существования. При решении проблемы создания мобильных поселений казалось бы логичным при краткости срока их эксплуатации сократить затраты на строительство. Но соблюдение этого положения обычно достигается сокращением состава застройки, т. е. уменьшением обеспеченности населения таких поселений жильем. К тому же жителям мобильных поселений вследствие специфики обслуживания ряда объектов (строительство линий электропередачи, нефте- и газопроводов, автомобильных и железных дорог и др.) приходится перемещаться с одного места на другое, и в результате проводить сравнительно длительный период жизни в неблагоприятных условиях.

Таким образом, существование поселений с ограниченными сроками эксплуатации на постоянном месте в малоосвоенных районах Севера, где отсутствуют предпосылки для комплексного развития производительных сил и нецелесообразно в связи с этим строительство сети постоянных населенных пунктов, предопределяет эффективность использования мобильных типов поселений, которые наиболее полно смогут удовлетворить специфическим требованиям организации труда, быта и отдыха людей, вынужденных по роду своей деятельности периодически перемещаться с места на место.

Решение вопросов проектирования и создания таких типов жилищ подробно рассмотрено в работах [53, 102]. Поэтому отметим только известные требования к проектированию в условиях Севера, к которым относятся: формирование компактной планировочной структуры жилого образования, что позволяет эффективно использовать его территорию, сокращать коммуникации, а также внедрение приемов планировки и застройки, регулирующих микроклимат и уменьшающих агрессивное воздействие факторов природной среды на организм человека. Учет этих требова-

ний особенно важен для выработки рациональных концепций освоения территории с экстремальными северными условиями, так как это позволит определить, в какой мере и как здания и сооружения должны изолировать человека от природной среды.

2. При строительстве в экстремальных жарких районах пустынь существуют некоторые аналогичные требования, что и для северных районов. Как в первом, так и во втором случае возникает общая проблема защиты человека от экстремальных условий окружающей среды. Несмотря на неблагоприятные природные условия (чрезмерная солнечная радиация, пыль, подвижность песков (вследствие бедности растительного покрова) и песчаные заносы, дефицит водных ресурсов), в последнее время происходит более глубокое освоение промышленного потенциала пустынь, где сосредоточены месторождения ценных полезных ископаемых. Это в свою очередь ставит проблему организации производственно-селитебных комплексов. Так же, как и на Севере здесь присутствует дефицит местных строительных материалов, а также материалов с малой теплопроводностью и термостойкостью. Распределенность населенных пунктов, труднодоступность, природно-климатические факторы обуславливают использование здесь мобильных типов поселений с полной заводской готовностью.

Одна из главных задач при проектировании зданий и сооружений в условиях пустынь — уменьшение на них тепловой нагрузки. Для этого необходимо учитывать тесную связь ориентации, инсоляции и вентиляции зданий, высоты и плотности застройки. Важное требование при этом — компоновка здания в единый замкнутый объем (с повышенной плотностью застройки) с внутренними озелененными и обводненными дворами, с устройством в стенах небольших светопроемов, а также применение различных приспособлений для защиты от солнечных лучей и

знойных ветров, для улавливания благоприятных потоков воздуха и его охлаждения. Здесь могут быть использованы рассмотренные способы динамической адаптации альтернативной архитектуры: от применения простейших трансформируемых солнцезащитных экранов и устройств до внедрения гелио-ветро- и биоэнергетики [77, 85, 96].

3. Подземное строительство обладает определенными преимуществами. Опыт проектирования и создания искусственной среды обитания в экстремальных условиях с использованием принципов динамической адаптации будет полезен при разработке функционально-пространственной структуры и создании проектов подземного строительства: в условиях жилой застройки — инженерно-транспортные сооружения, предприятия торговли и общественного питания, зрелищные, административные и спортивные объекты, объекты коммунально-бытового обслуживания и связи, объекты складского хозяйства, объекты промышленного назначения, объекты инженерного оборудования и др.; при использовании отработанных шахт — склады, холодильники, гаражи, некоторые промышленные предприятия, архивы ценных бумаг и документов, винохранилища, грибные плантации, теплицы, музеи, церкви, санатории и др.

Возникновение проблемы подземного строительства в городах обусловлено такими градостроительными факторами, как недостаток свободных территорий, необходимость разуплотнения исторически сложившейся застройки, создание систем скоростного и непрерывного движения общественно-го, специального и индивидуального транспорта, сохранение историко-архитектурных памятников и ансамблей, развитие систем культурно-бытового и коммунального обслуживания и т. д.

Для избежания конфликтов, связанных с особой культурной или исторической ценностью участка, а также для экономии энергии и сохранения экологической

места строительства благодаря незначительному нарушению природной среды и визуальной композиции возникает тенденция создания заглубленных под землю жилищ. Так, "Дом-пончик" (1986 г., фирма "Системы Будущего", архитекторы Я. Капилицки и Д. Никсон) предназначен для размещения на любых склонах и различной глубине. Планировочная структура основана на конструкции в виде поверхностно-напряженного круглого тора с открытым внутренним двором, доступ в который осуществляется через тоннель (рис. 93, б). Обращенная во двор стена полностью остеклена, а освещенность регулируется вращающейся рамкой с жалюзи, установленной на краю внутреннего двора, и защищающей помещения южной ориентации, а также вращающимся диском зеркала, направляющим отраженный солнечный свет в помещения северной ориентации [6].

Здесь же можно вспомнить творчество Пауло Солери — одного из ведущих архитекторов, занимающихся проблемами подземной урбанистики, обладающей новой философией обитания, формообразования и восприятия. Это целая область архитектурной науки и практики, заслуживающая особого внимания.

Однако приемы подземного градостроительства применяются не только для решения градостроительных задач. Важное значение они приобретают для использования горных выработанных шахт (особенно известняковых, гипсовых, доломитовых и др.), где можно располагать объекты самого различного назначения.

Подземное строительство, обладая определенными преимуществами как в организационном, так и в экономическом плане, завоевывает все большее признание, а современный уровень техники способствует его широкому освоению. Опыт подземного строительства [34] на основе принципов динамической адаптации искусственной среды обитания дает примеры его разностороннего использования в различных областях

а

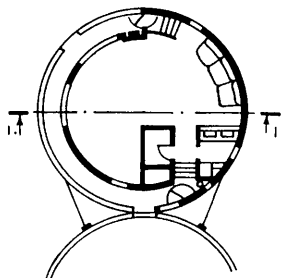
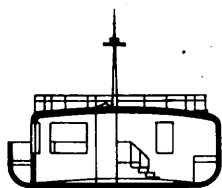
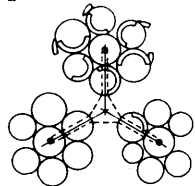
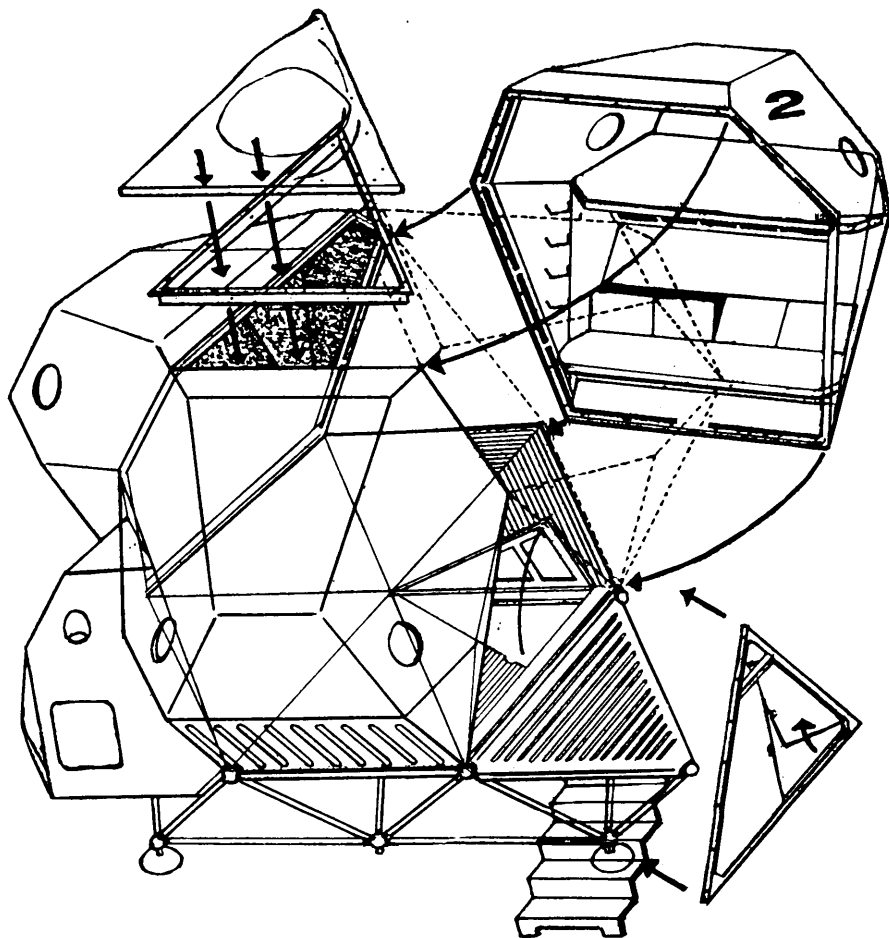
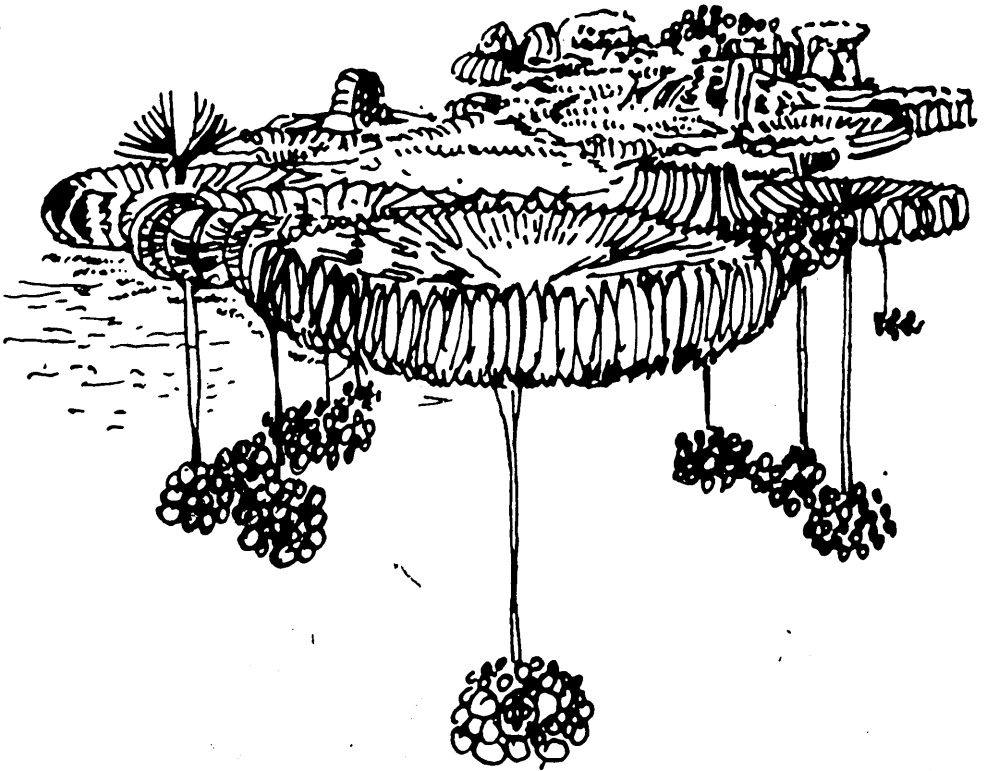


Рис. 94. Строительство на воде и под водой (с. 236—247)
а — жилые дома-лодки в Гонконге; б — плавучий дом (архит. М. Курокава); в — пластмассовый плавучий город (архит. У. Катавалос); г — проекты жилых образований на воде: 1 — открытая лагуна (архит. Дж. Джеликоу); 2 — под надувными пленками; 3 — морской город Агросеан-сити; 4 — спутник Афин (архит. Ю. Дахинден); 5 — прибрежный город (архит. Дж. Гите); 6 — морской

город Таласаполис I (архитекторы Жак и Эдит Ружери); 7 — то же, Таласаполис II; 8 — город на о-ве Элис (архит. Ф. Л. Райт, 1960 г.); 9 — плавучий город Ноаноа (архит. П. Солери); д — проекты подводных жилых образований: 1 — небольшой город на дне моря, общий вид, план и вертикальный разрез; 2 — то же, центр подводного города; 3 — то же, музей на дне моря; 4 — то же, здания; 5 — будущий город на морском дне

б





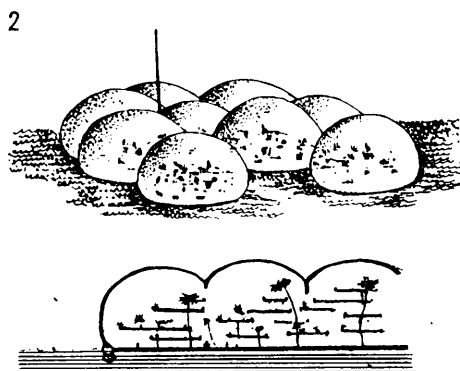
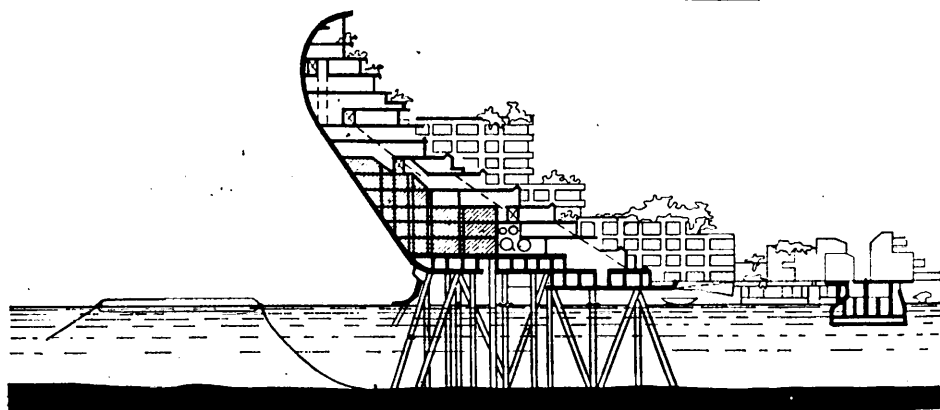
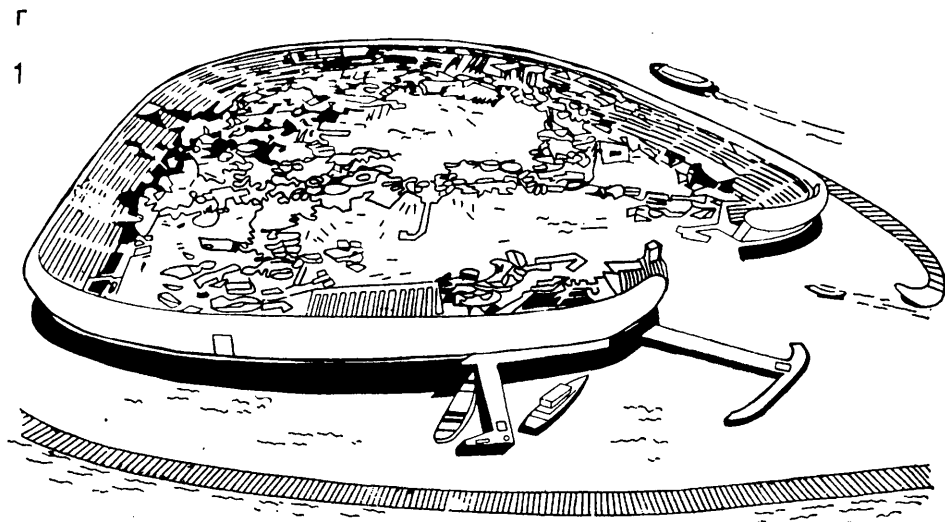
человеческой деятельности, что имеет большие перспективы.

4. Несмотря на экстремальные условия высокогорья и сейсмических районов, по целому ряду причин (развитие в этих районах горнодобывающих предприятий, сельскохозяйственного производства, проведение научных исследований и др.) возникает необходимость строительства здесь инженерных объектов, а также жилых и общественных зданий, а следовательно, и проблема приспособливания зданий и сооружений к специфике их эксплуатации в таких условиях для комфортного и безопасного проживания людей.

В этих районах, как нигде, особенности выполнения строительных работ

определяются метеорологическими и геофизическими условиями. Способы противостояния стихии (землетрясения, снежные лавины, камнепады и др.), подсказанные практикой и научными исследованиями, довольно известны и учитываются при разработке приемов строительства, выборе конструкций и создании архитектурно-планировочных решений объектов строительства. Стихийные процессы нарушают ритм жизни и работы людей, что требует от них высокой профессиональной и физической подготовки.

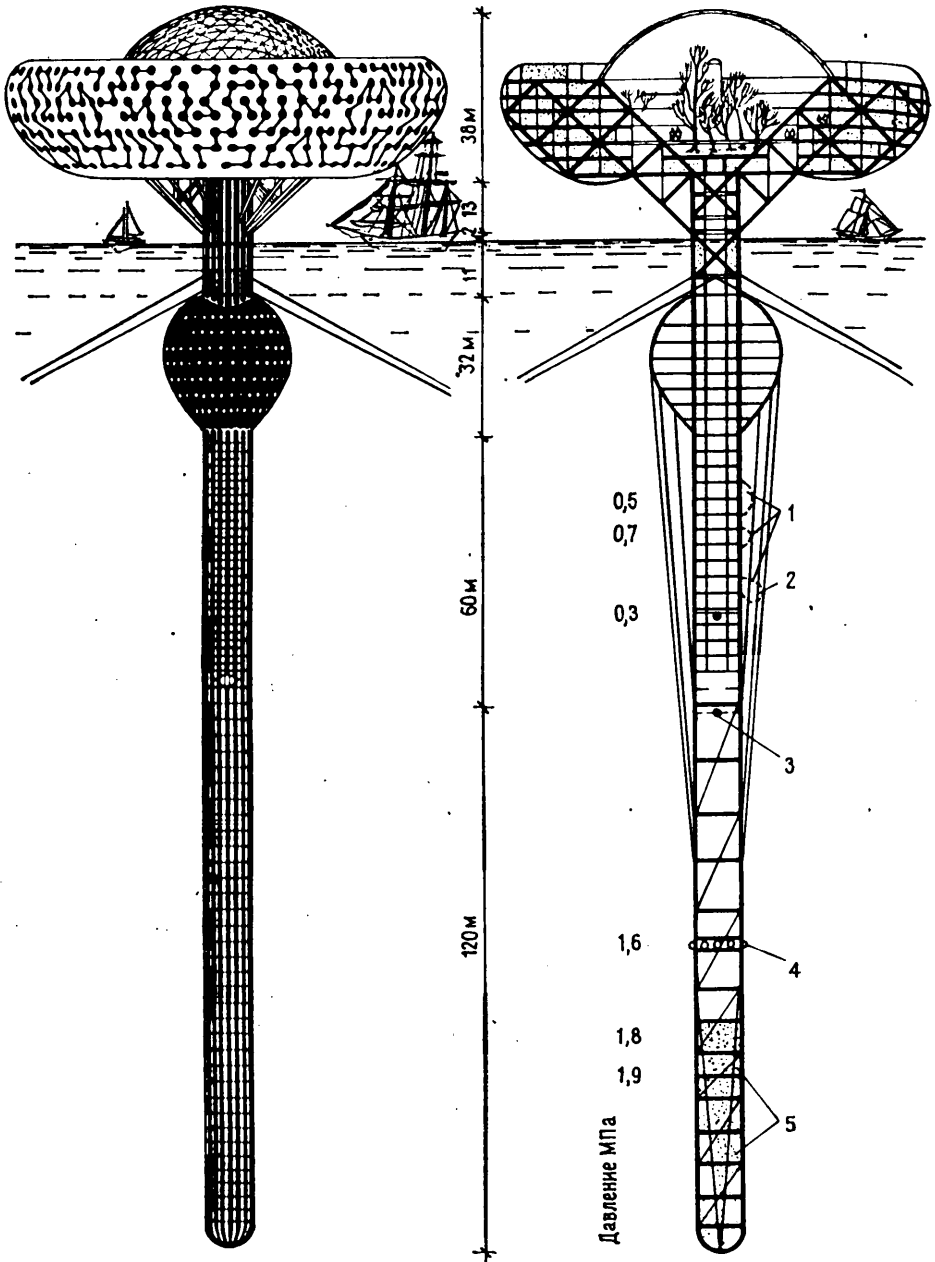
Совершенно очевидно, что организацию производственных объектов в таких районах целесообразно осуществлять экспедиционным или вахтовым



методом, т. е. с использованием высоко-мобильных зданий и сооружений (желательно с автономным энергообеспечением). Такие здания незаменимы при постоянном проживании населения в подобных районах в случае возникновения стихийных бедствий.

Проблема создания быстровозводимых зданий для обеспечения жилья людям, пострадавшим от стихийных бедствий, очень актуальна и привлекает внимание многих архитекторов и специалистов. На эту тему был организован ряд международных конкурсов, ре-

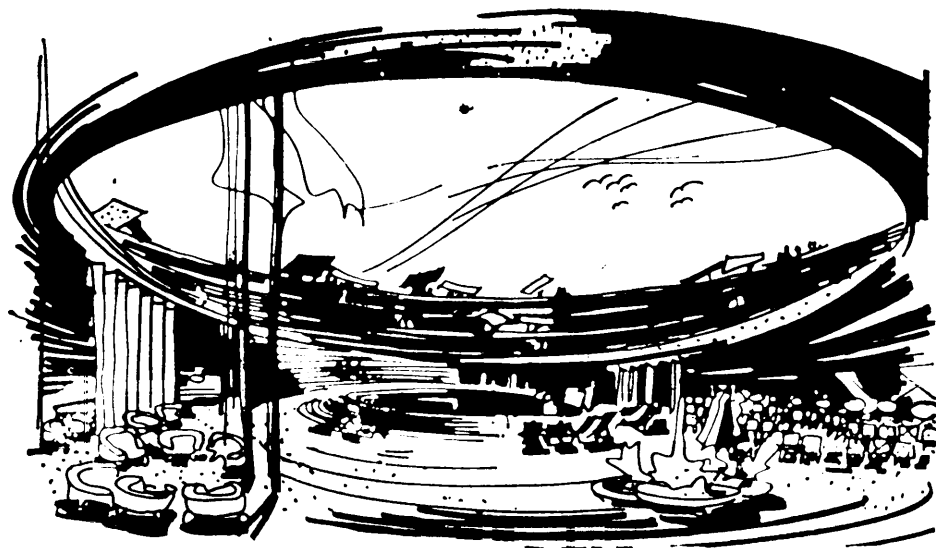
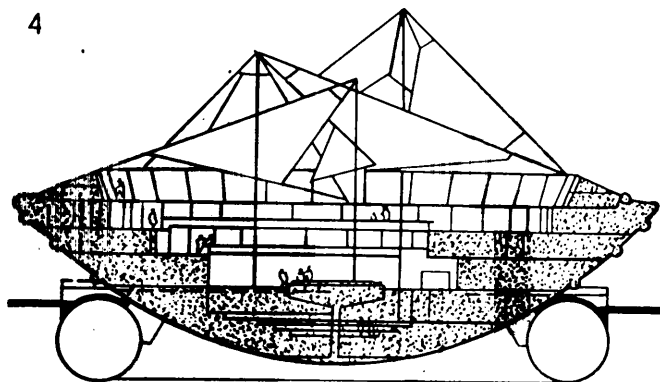
3



зультаты которых предлагают интересные и оригинальные решения. Так, еще в 1976 г. в связи с XII конгрессом МСА в Мадриде "Созидание и технология" был объявлен конкурс среди

студентов архитектурных вузов "Проект жилища для потерпевших бедствие", где учитывались не только качество архитектурных решений, но и методы их реализации. Многие конкур-

4



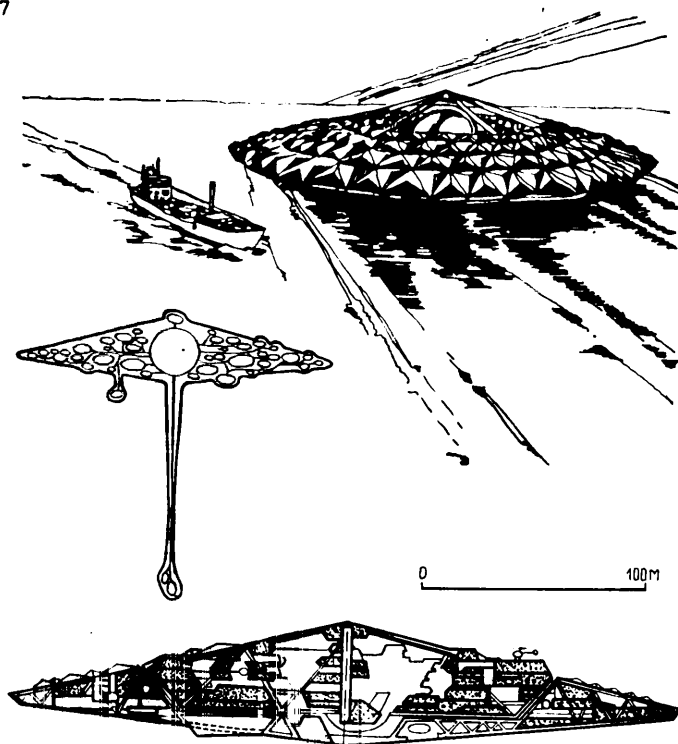
сные проекты иллюстрировали возможности применения принципов динамической адаптации для создания зданий и сооружений, возводимых в короткие сроки, а также характеризовали возможности формообразования таких объектов.

В связи с тем, что почти все перечисленные сферы экстремальности на Земле сравнительно широко изучены, целесообразно обратить особое внимание на организацию искусственной среды обитания в наиболее агрессивных средах для человека — под водой и в космосе.

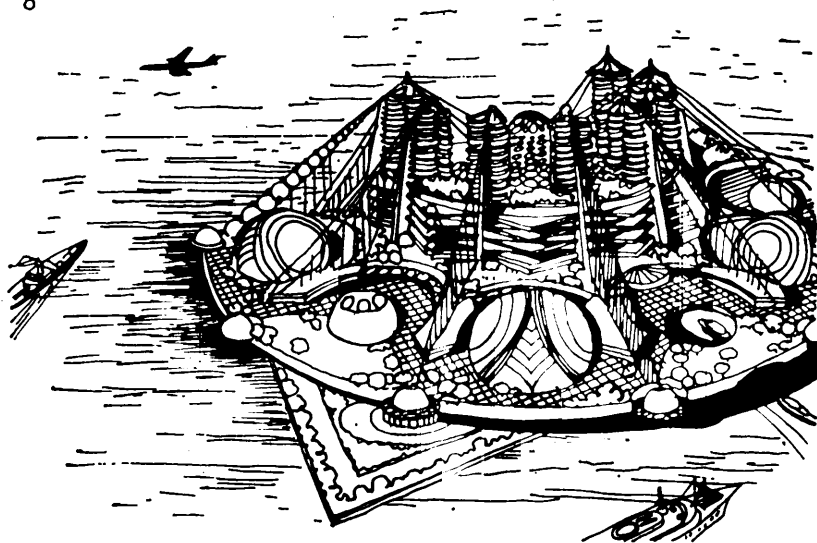
5. Строительству на воде и под водой уделяется внимание в связи с использованием богатств океана и его пространства, с одной стороны, для расширения территорий на суше, а с другой, — освоения экономического потенциала океана (источник пищи, минеральных и органических ресурсов). Опыт освоения океана и его глубин открывает новые границы и дает прецеденты организации искусственной среды обитания в агрессивной среде (рис. 94).

Проблема строительства на воде привлекла внимание многих прогрессивных архитекторов мира. Известны

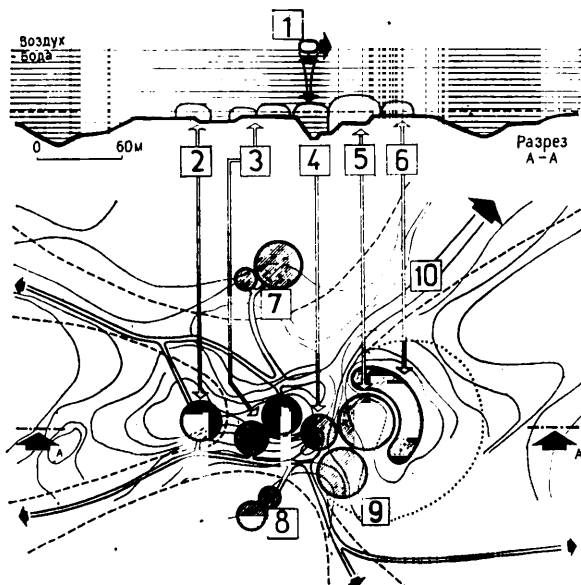
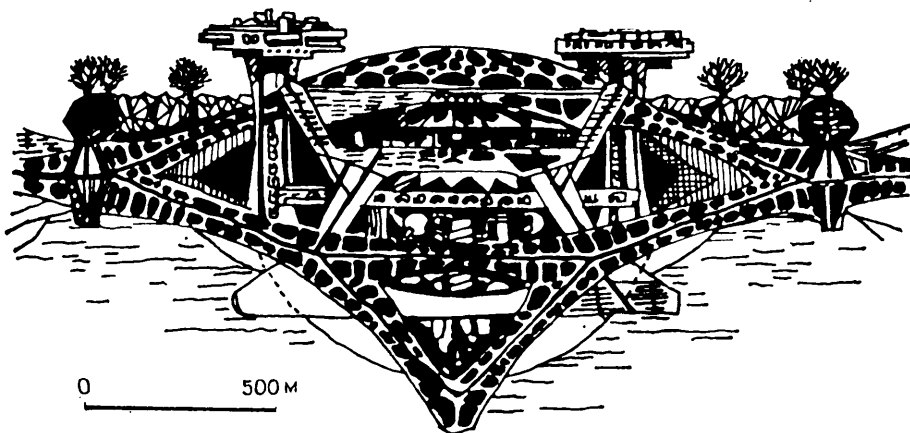
7



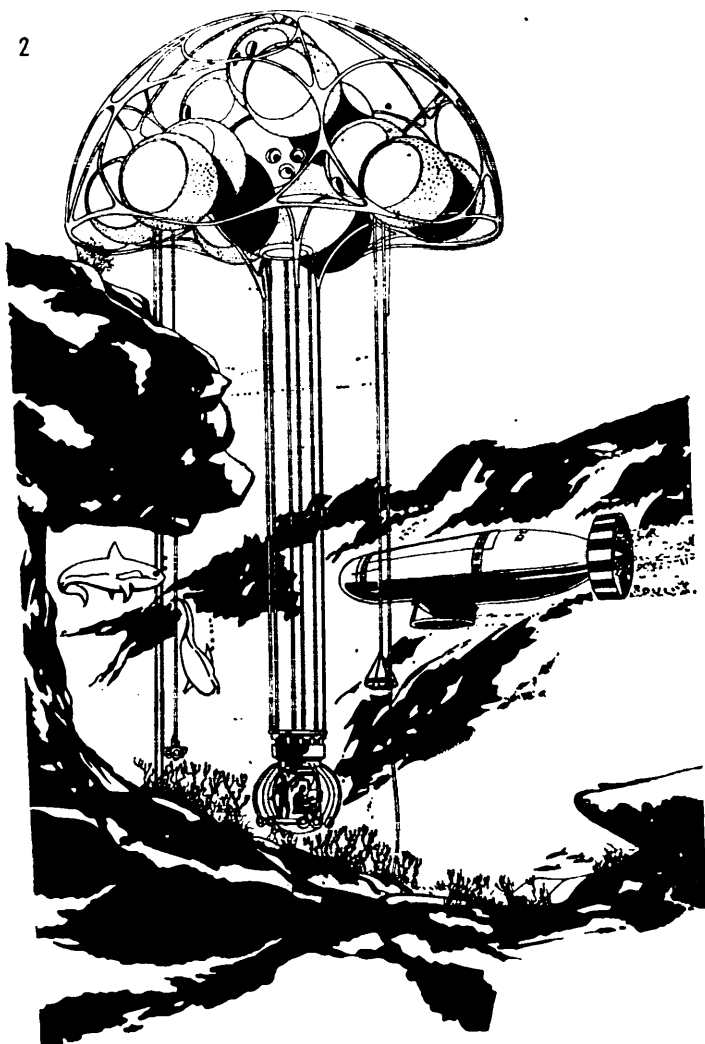
8



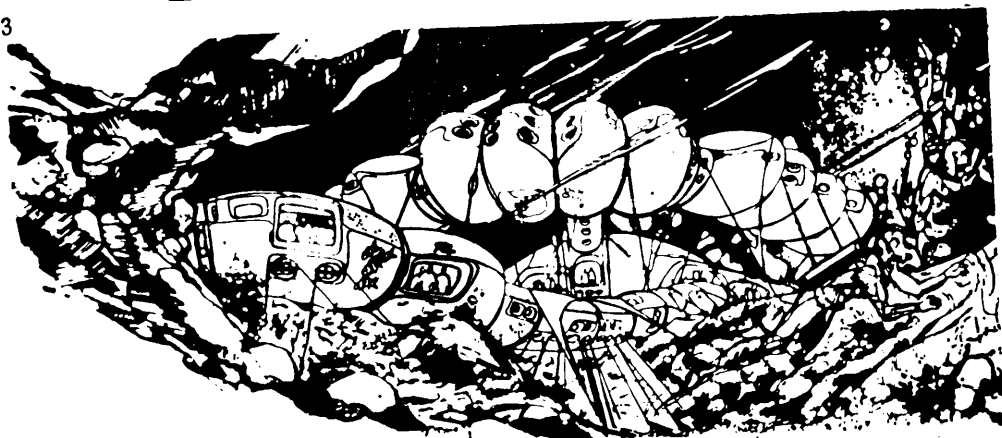
9



2



3



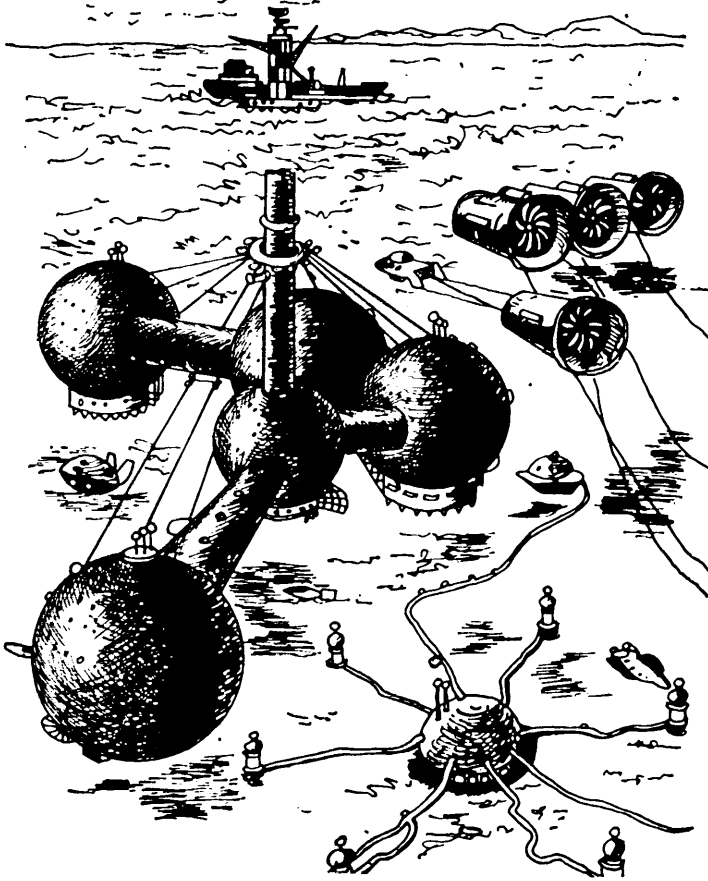


проекты строительства огромных супермостов (И. Фридман) и плавучих городов (П. Мэймон). В связи с дефицитом площади на японских островах эту проблему пытаются решить японские архитекторы и специалисты (К. Танге, К. Китукаке, В. Йонас, У. Катаволос и др.). Решалась она и при строительстве г. Нефтяные камни. Такие искусственные острова уже существуют, например, в виде громадных платформ, с которых производится бурение подводных нефтяных скважин. Весь надводный комплекс включает жилые, общественные и производственные помещения, а также автономные вспомогательные электроэнергетические устройства. Как и в любом экстремальном районе, при этом возникает проблема создания комфортных условий проживания и работы людей, вынужденных по долгу службы оп-

ределенное время находиться в условиях изолированности и оторванности от остального мира. Совершенно очевидно, что здесь найдут широкое использование принципы динамической адаптации мобильных зданий и сооружений, а также принципы альтернативной архитектуры (создание автономного энергообеспечения с использованием естественных возобновляемых источников энергии), поскольку при этом решается ряд экономических и экологических задач.

Опыт решения этих задач можно использовать для организации объектов другого назначения. Так, существуют проекты создания в Средиземном море в ближайшее десятилетие многочисленных островов-курортов, где помимо хорошо оборудованных служебных помещений предполагается строительст-

5



во небольшого порта, галереи с прозрачными стенами для осмотра подводного мира. Возможно, что проектирование и строительство искусственных островов — центров отдыха приведет к появлению нового оригинального направления в архитектуре, так как освоение прибрежного шельфа позволяет вступить на качественно новый этап организации искусственной среды обитания человека.

Проекты искусственных островов-аэродромов, расположенных на некотором расстоянии от берега, разработаны в США, Англии, Японии, что может решить проблему приморских городов с подступающими к ним вплотную перенаселенными городами-спутниками, не

имеющими земельных участков для строительства аэродромов. Это также решает проблему вредного шумового воздействия, создаваемого мощными и сверхскоростными самолетами, а также препятствий, связанных с рельефом местности, которые мешают самолетам при взлете и посадке. Конечно, в экономическом и техническом отношении такие островные аэродромы еще невыгодны, но экологические преимущества налицо.

Не меньшее внимание привлекает и подводное строительство. Все чаще в прессе можно встретить слово "hudrospace" — "гидрокосмос". Здесь, как и при освоении космоса, стоит выбор между автоматикой или человеком.

Так как существующий уровень науки и техники не позволяет решить все проблемы только с помощью автоматов, то создание комфортной и надежной искусственной среды обитания для человека — одна из важных задач. Это связано с дополнительными затратами в связи с обеспечением функционирования подводных научно-исследовательских объектов и адаптации человеческого организма.

Совершенно очевидно, что основной трудностью в организации подводных объектов являются строительно-монтажные работы. Поэтому все подводные дома в основном создаются на суше, а затем опускаются в воду, полностью готовые для эксплуатации (как и мобильные). Непосредственно практическое освоение океана началось с 60-х гг., с появлением первых подводных домов. Датой, знаменующей начало инженерного освоения подводного мира, считают сентябрь 1962 г., когда французские исследователи Фалько и Весли провели неделю в подводном домике. Затем появились подводные дома (например, типа "Силад" или "Тектайт"), которые сильно различались по конструкции, условиям и срокам пребывания в них, но имели сравнительно небольшой радиус действия. Это затрудняло решение задач, связанных с исследованием больших подводных территорий, что привело в начале 70-х гг. к развитию строительства мобильных подводных домов с автономными двигателями (например, отечественные аппараты типа "Тинро").

Известный исследователь подводного мира Жак-Ив Кусто разработал программу обширных исследований шельфа, предусматривающую постройку нескольких подводных домов. Первый дом был изготовлен из металлической цистерны "Диоген". Другой дом "Морская звезда" был более крупным подводным сооружением в виде гигантской четырехлучевой звезды, в отсеках которой находились спальные отсеки, лаборатория, кухня, каюткомпания, фотокомната, туалет, душ, а

также входной люк с водолазным снаряжением. Третий домик "Ракета" подводной "деревни" Кусто имел форму вертикального цилиндра, разделенного перегородками на три этажа. Затем был создан двухэтажный дом "Прекоинт-нет-3", где размещались жилые и производственные помещения, оснащенные сложной техникой, что обеспечивало производственную работу и комфортабельное пребывание экипажа из шести человек [34].

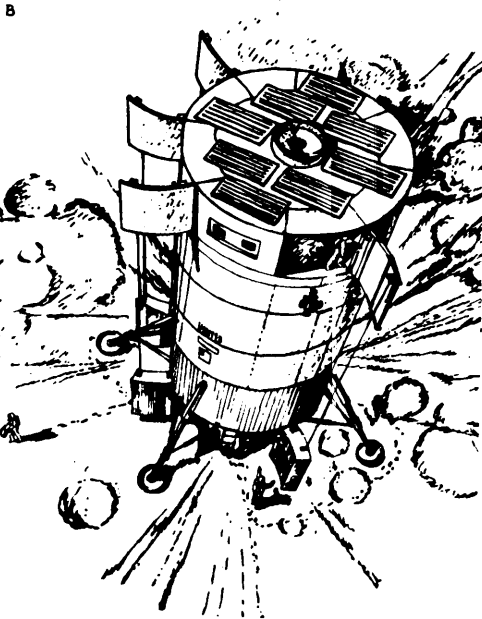
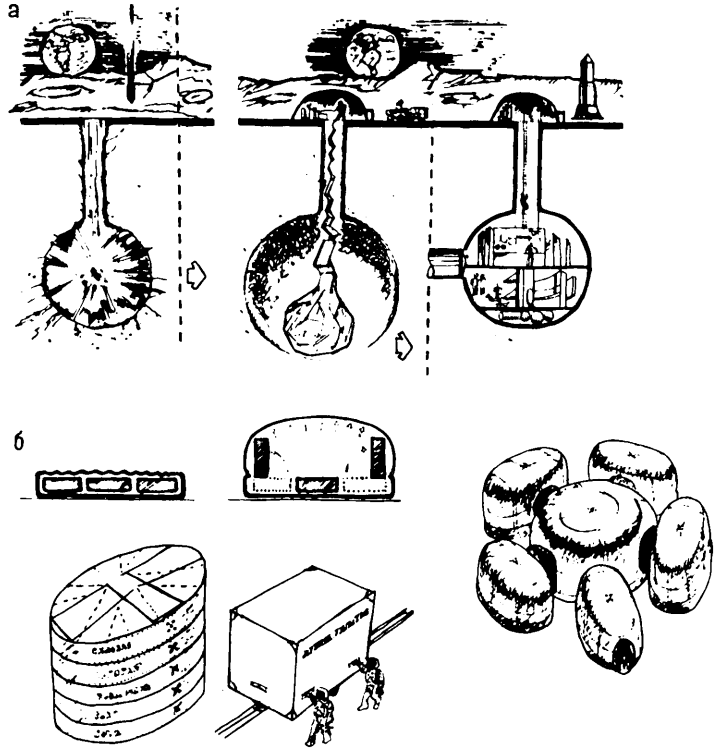
Начиная с 1964 г. по программе "Силад" американскими учеными и специалистами была создана серия подводных домов для проведения научных экспериментов. А в 1969 г. фирма "Дженерал электрик" (работающая по аэрокосмическим заказам) построила подводную лабораторию "Тектайт", напоминающую по внешнему виду лунную базу.

В нашей стране для подводных условий были разработаны как механизмы (подводные комбайны для сбора ламинарии), так и подводные дома. Интересна подводная лаборатория "Тинро-2", где был предусмотрен большой комплекс приборов и оборудования, а энергетическая обеспеченность аппарата позволяла достигать достаточно высокую скорость перемещения. Это дало возможность осуществить многочисленные исследования подводного мира и выполнить ряд технологических операций.

Высокие требования, предъявляемые к созданию подводных обитаемых объектов, кроме чисто технических включают большой комплекс архитектурно-психологических задач, решаемых с помощью средств динамической адаптации объектов к потребностям людей. В малообъемных замкнутых пространствах подводных домов кроме принципов мобильности очень важны принципы трансформации обитаемого пространства в связи с необходимостью его многофункционального использования. Помимо организации всех необходимых бытовых удобств они обеспечивают благоприятную психо-

Рис. 93. Способы транспортировки и монтажа лунных баз

а — возведение методом направленного взрыва;
б — возведение методом пневматической трансформации;
в — "Космический буксир" (НАСА, 1970 г.)



логическую атмосферу, что в свою очередь определяет эффективность технологических операций.

Так как подводная и космическая среды наиболее агрессивны для человека, то здесь наиболее остро стоит проблема создания объемно-пространственных решений производственно-селитебных комплексов с автономной замкнутой системой жизнеобеспечения (при использовании естественных возобновляемых источников энергии). Тем более, что проведенные исследования в этой области позволяют разработать рекомендации по применению научно-технических достижений в освоении подводного мира и космоса для условий Земли, а также по перспективному использованию тех достижений, появление которых весьма вероятно (технологическая архитектура становится заказчиком, которому необходимы определенные новые тех-

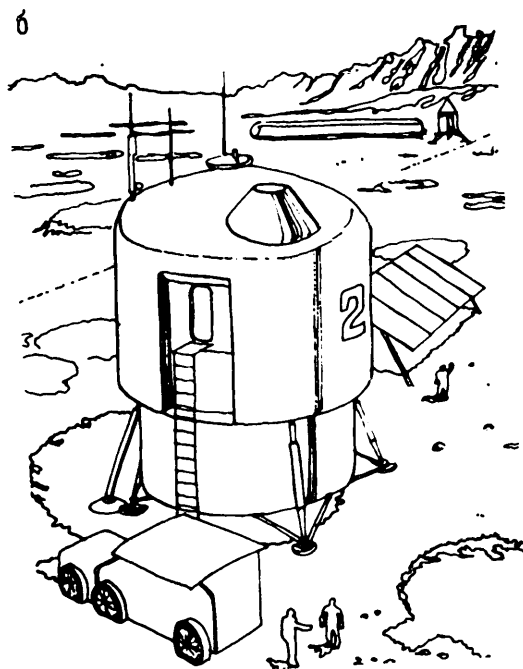
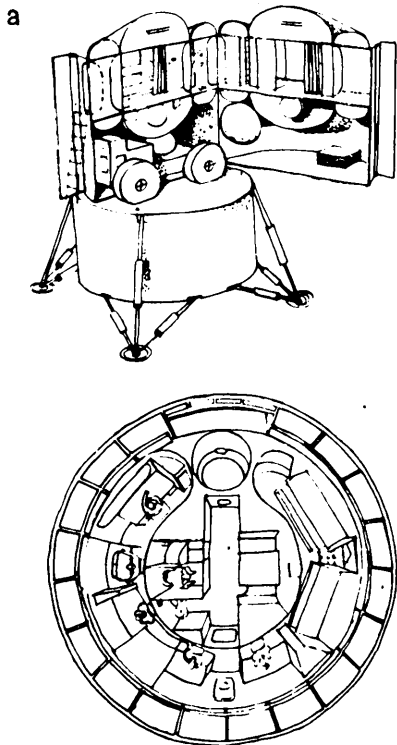
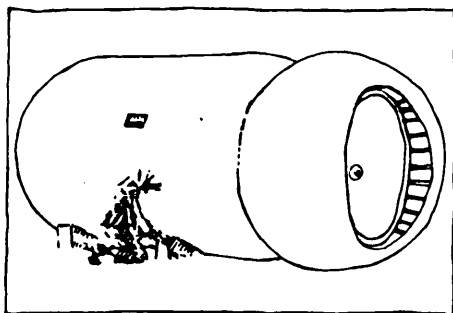


Рис. 96. Проекты лунных убежищ
а — одномодульное убежище полной земной готовности,
б — модель базы для двух че-

ловек (пребывание в течение 6 мес.);
в — надувное лунное убежище на двух человек; г — трансформируемые лунные модули

В



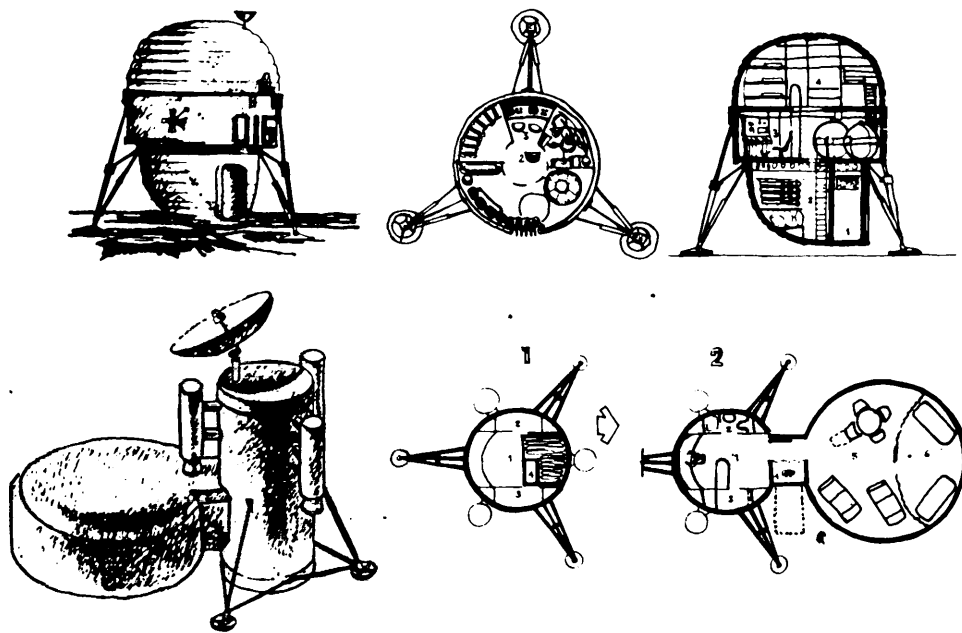
нические достижения и даже научные открытия).

6. Создание искусственной обитаемой среды в космосе — новая философия осмысления новой архитектуры — экзоархитектуры. Специфические факторы среды обитания обуславливают характерные только для нее требования и критерии оценки. Все это опреде-

ляет особый подход к проектированию. Опыт проектирования дает нам ряд примеров (рис. 95—98), представляющих широкий диапазон различных форм объектов, использующих принципы динамической адаптации для создания новой искусственной среды обитания — астроархитектуры.

В первую очередь это связано с невесомостью — фактором, кардинально меняющим все наши представления о привычной среде обитания, о физическом состоянии, о прекрасном и т. п. Невесомость — качественно новая физическая среда, которая, открывая новые возможности и смелость в раскованности мысли, в то же время создает определенные трудности для существования человека в космосе и его деятельности. Здесь все земные истины архи-

Г



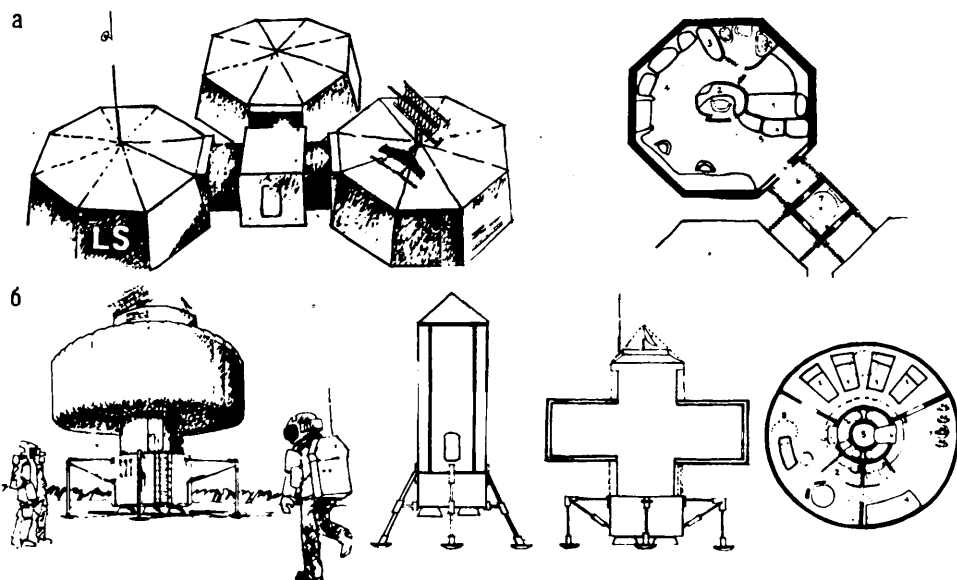
тектуры бессильны, а опыт даже вреден. С одной стороны, невесомость определяет специфические условия существования, а с другой, — требует видоизменения свойств применяемых строительных материалов и позволяет применять те строительные приемы, которые невозможно осуществить в условиях Земли.

Так, использование раздвигающихся саморасширяющихся трансформируемых конструкций из волокнистых композиций, предварительно пропитанных специальными составами и затвердевающих после развертки в космосе под действием вакуума и солнечной радиации, дает большие преимущества перед обычными способами строительства. Неограниченные возможности возникают в связи с созданием в условиях космоса композитных материалов, конкурирующих с привычными.

Кроме того, архитектура невесомости — область беспредельных возможностей в формообразовании. Но поскольку изготовление конструкций

космических объектов по целому ряду технических причин будет осуществляться на Земле и транспортироваться они будут в компактном виде, то возникает необходимость создания трансформируемых кинематических структур. Разработка этих конструкций требует новых подходов к проектированию и организации строительства, что способствует их применению в земных условиях. Трансформация конструктивных систем необходима не только на стадии транспортирования, но и на стадии эксплуатации. Организация нормального протекания функциональных процессов в замкнутом, ограниченном пространстве потребует многофункционального его использования, что возможно только благодаря средствам динамической адаптации — трансформации (а в некоторых случаях и мобильности).

Космическое воздействие на архитектурную форму, конструкции, дизайн и т. п., влияющее на отклонения от тектонического архитектурного мышления, приводит к радикальной переоцен-



ке привычно незыблемых художественных ценностей, что является следствием метаморфической архитектуры космоса [41]. При организации внутреннего пространства в условиях невесомости требуется полное переосмысление принципов дизайна, что открывает необъятные перспективы для смелого поиска, экспериментирования и получения оригинальных и новых решений, приспособленных к условиям космоса.

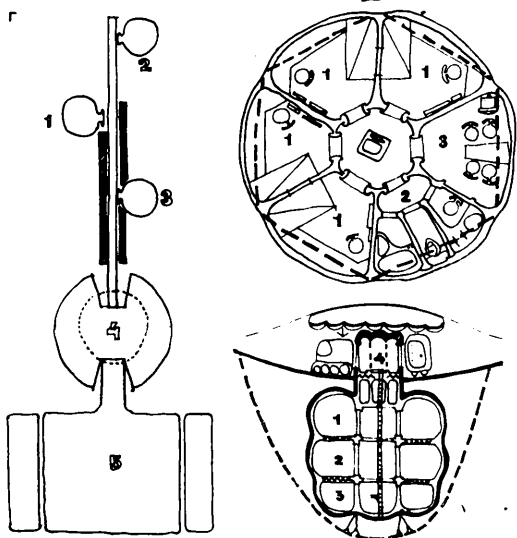
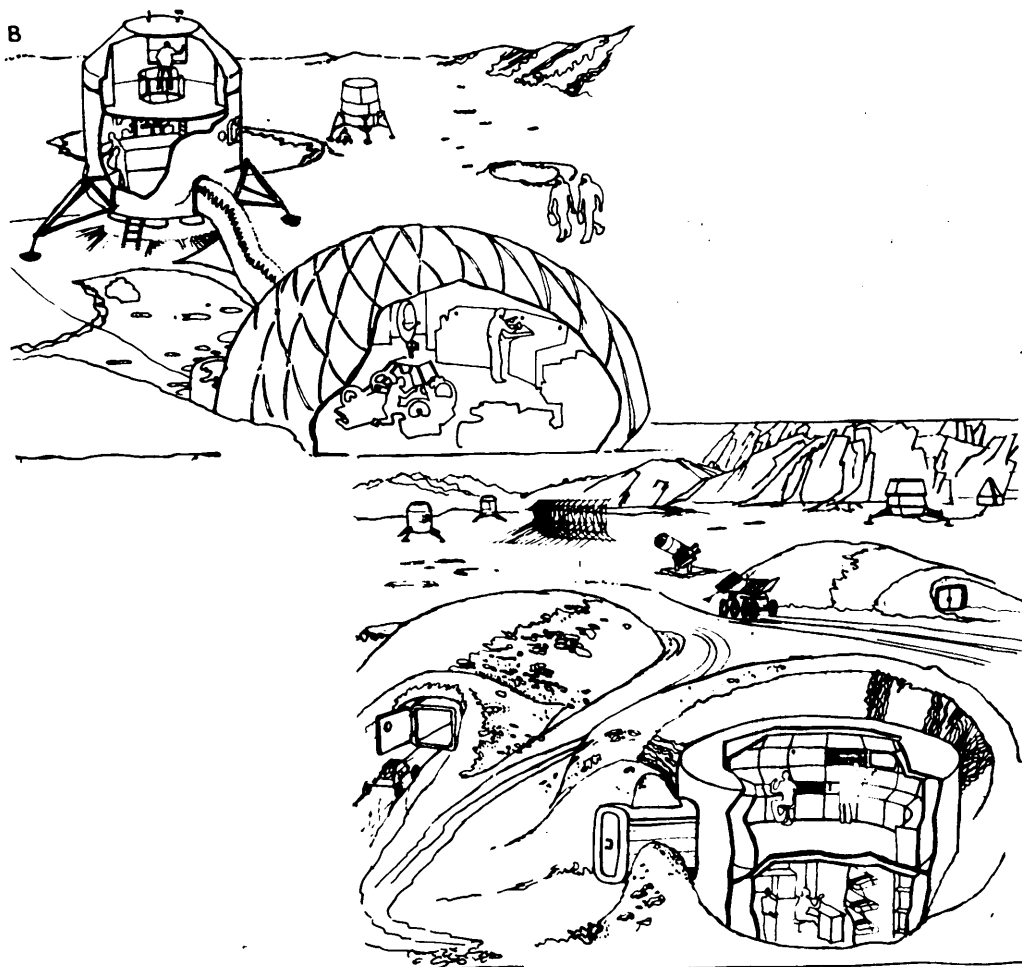
Для космической экспедиции 1993 г. фирмой "Системы будущего" (архитекторы Я. Каплицкий и Д. Никсон) разработан проект кают-компаний (1984 г.). Главной задачей был поиск наиболее эффективного использования крайне ограниченного пространства для многофункциональной деятельности экипажа (рис. 98, д). С целью усовершенствовать традиционную модель станции было предложено: расширение пространства для долгосрочных экспедиций, двойные апартаменты для супругов — членов экипажа, трансформируемые пространства, которые могут быть приспособлены в дневные часы для работы. Достижению это-

Рис. 97. Проекты лунных станций и баз (с. 252 — 254) а — лунная база из трех модулей (жилого, лабораторного и энергетического); б — трансформируемая лунная база (жилой отсек); в — проекты лунных баз на 6 и 12 чел. (НАСА); г — проект на-

учно-исследовательской станции на Луне (Моспроект-2); д — проект лунной станции (Франция); е — прототип лунной базы из полностью готовых автономных модулей (на 6 чел. каждый)

го способствует система трансформируемых перегородок, обеспечивающих возможность изменений пространственного зонирования помещения членами экипажа в соответствии с возникающими потребностями. В соответствии с личными вкусами астронавтов выбираются типы отделки интерьера и мебели жилой ячейки, которая включает все необходимое для жизнедеятельности.

Для собраний, принятия пищи и различных занятий в каюте космической станции (для команды не более восьми человек) предложена трансформируемая конструкция стола (1986 г.), который имеет индивидуальные рабочие плоскости, раскрываемые вручную и устанавливаемые в соответствии с численностью экипажа и характером выполняемой работы для достижения физического и зрительного комфорта каждым пользователем. С учетом тре-



бований эргономики восемь независимых друг от друга плоскостей стола могут быть повернуты под нужным углом для различных операций, что выполняет особенно важную в условиях космической станции функцию объединения людей.

Не менее важной функцией оборудования космической станции является обеспечение отдыха и сна. В связи с этим той же фирмой в 1987 г. создана рабочая модель устройства для тестирования и оценки "космической кровати", которая должна быть максимально удобна в пользовании (насколько это вообще удобно в условиях невесомости). Дизайнерское решение позволяет пользователю любого роста приспособо-

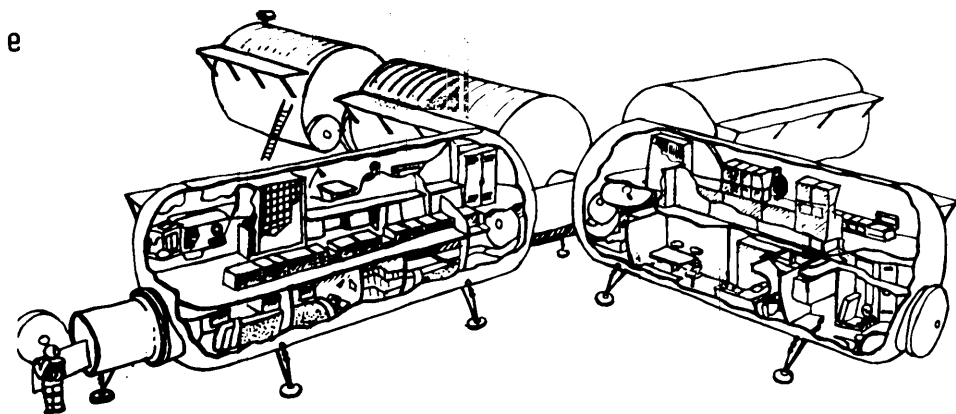
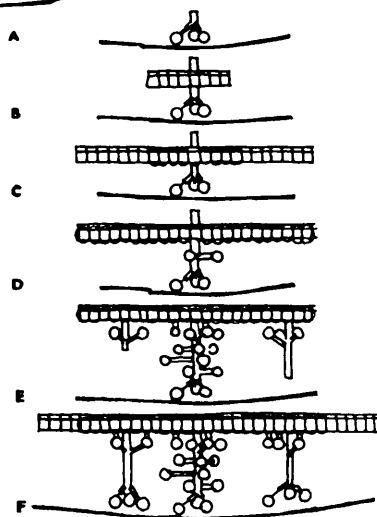
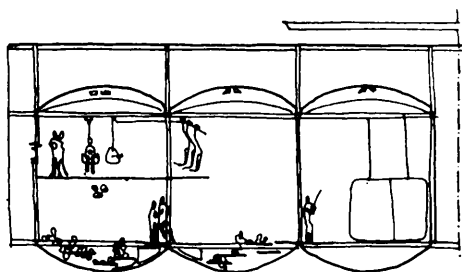
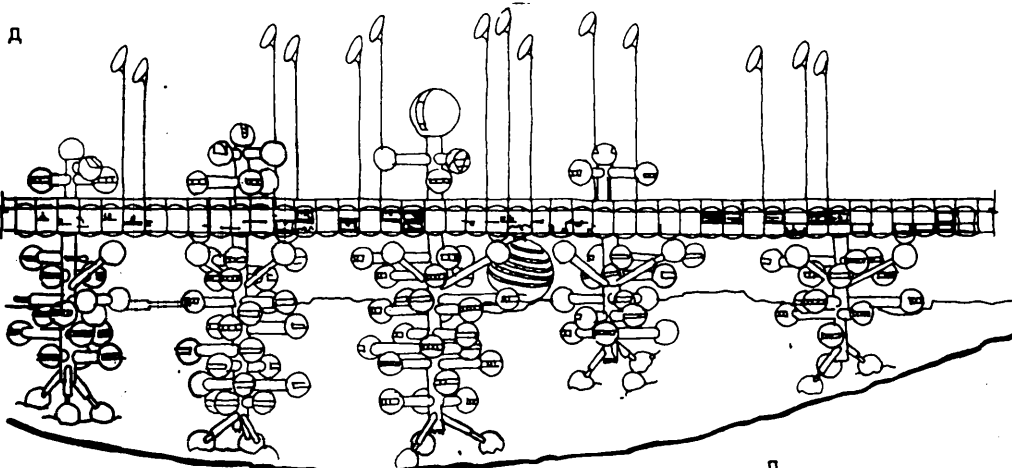
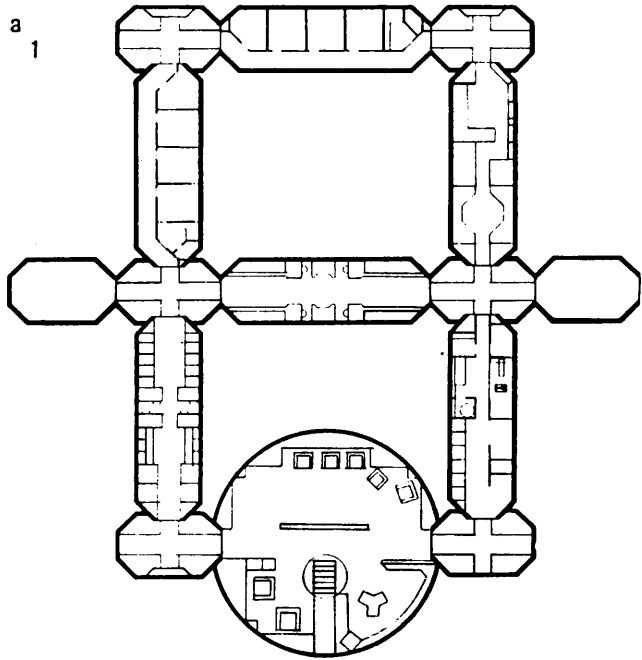
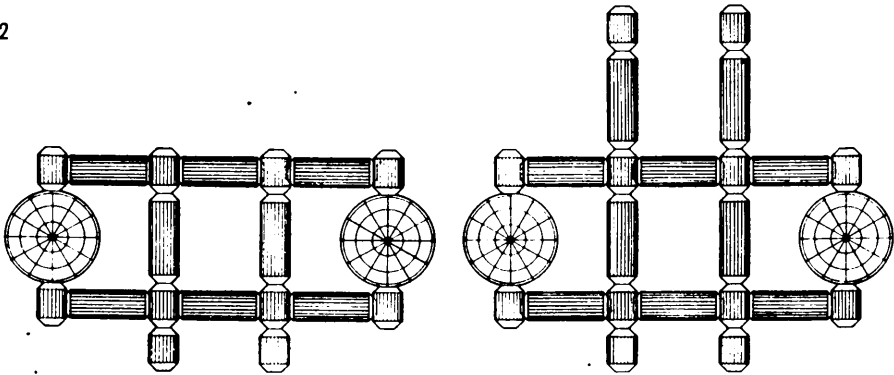


Рис. 98. Проекты лунных комплексов (Институт архитектуры и градостроительства Висконского университета в Милуоки, США) (с. 255 — 262)

а — проект комплекса из жестких модулей: 1 — план первой фазы строительства; 2 — то же, вторая и третья фазы строительства; 3 — разрез; б — проект базы из сборных элементов: 1 — входной блок; 2 — планы и разрез основных блоков; в — проект развивающегося комплекса из жестких модулей: 1 — схема эволюции комплекса; 2 — план комплекса на четвертой фазе развития; 3 — разрез; г — проект базы, возводимой на поверхности Луны: 1 — первая стадия возведения противометеоритной защиты; 2 — то же и стадия завершения; д — проект кают-компаний космической станции, 1984 г. (фирма "Системы будущего", архитекторы Я. Каплицкий и Д. Никсон): 1 — аксонометрия кают-компаний; 2 — проект трансформируемого стола космической каюты, аксонометрия; 3 — варианты комбинаций функциональных процессов, планы



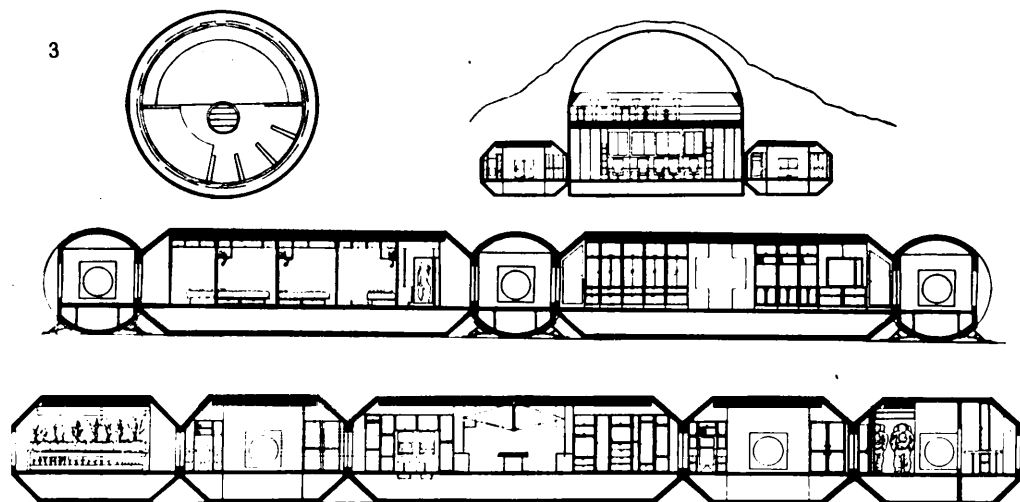
2



бить размер и форму спального места к наиболее комфортному положению тела. Конструкция кровати состоит из взаимосвязанных панелей, длина, ширина и угол наклона которых могут быть изменены устройством ручного управления, регулирующим узлы соединений. Форма и тип личных спальных мешков выбираются членами экипажа и после изготовления на Земле доставляются на космическую станцию.

В условиях экстремальности важен правильный учет комплекса специфических факторов. Среди них следует выделить психолого-эстетические, которые являются объектом особого внимания при создании архитектурной среды.

Поиску оптимальных рекомендаций посвящено немало исследований в области организации стационарного жилища. Однако экстремальные условия



накладывают свой отпечаток на решение архитектурно-художественных вопросов мобильных типов жилища. В связи с этим целесообразно рассмотреть основные отрицательные факторы среды обитания в экстремальных условиях и пути их устранения при помощи архитектурно-художественных средств. Находясь в непривычных условиях своеобразной изоляции при экстремальной ситуации, человек помимо влияния чисто физиологических факторов, зависящих от специфики среды обитания, подвергается психологическому воздействию. Оно проявляется в нарушении и вынужденном отрыве от привычной обстановки, непривычности впечатлений, часто в однообразии условий существования, а иногда и в ограничении поступающей информации. При этом возникает необходимость учета различных факторов социально-психологического плана (скука, утомление, неврозы, личные конфликты, бессонница и др.). Пребывание людей в условиях скученности и тесноты приводит в известной мере к повышению раздражительности и соответственно снижению работоспособности.

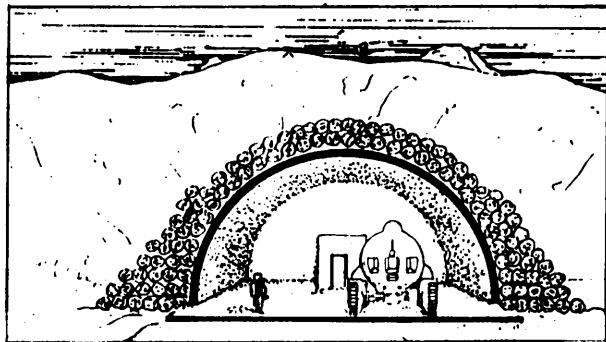
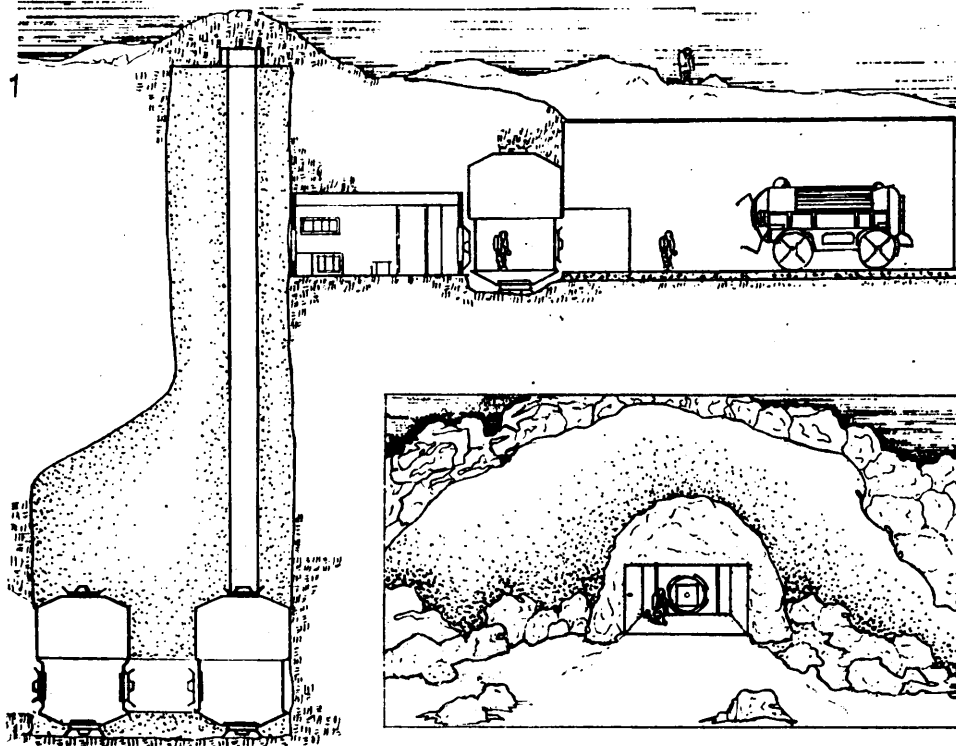
В данном случае необходима некая пространственная зона, которая изолировала бы человека и предохраняла его

от различных раздражителей. Но в то же время нормальное социальное и психо-физиологическое состояние личности обеспечивается чередованием общения и изоляции. В разработке пространственной организации такого жилища должны быть созданы все условия для удовлетворения потребности личности. Невозможность уединения является, пожалуй, самым раздражающим моментом для людей, оторванных от привычных условий, но при этом должны быть созданы условия для общения и совместной деятельности индивида в сфере различных социальных групп.

Учет влияния разнообразия основных форм деятельности личности на пространственную организацию мобильного жилища, а также необходимость обеспечения пространственных условий реализации жизнедеятельности требуют создания многофункциональных помещений (универсальных пространств). Этого можно достичь, используя приемы трансформации помещений с целью компенсировать дискомфортность жилища путем разнообразной планировки.

При объединении помещений возникает эффект "перетекающего" пространства, создающий ощущение зри-

6

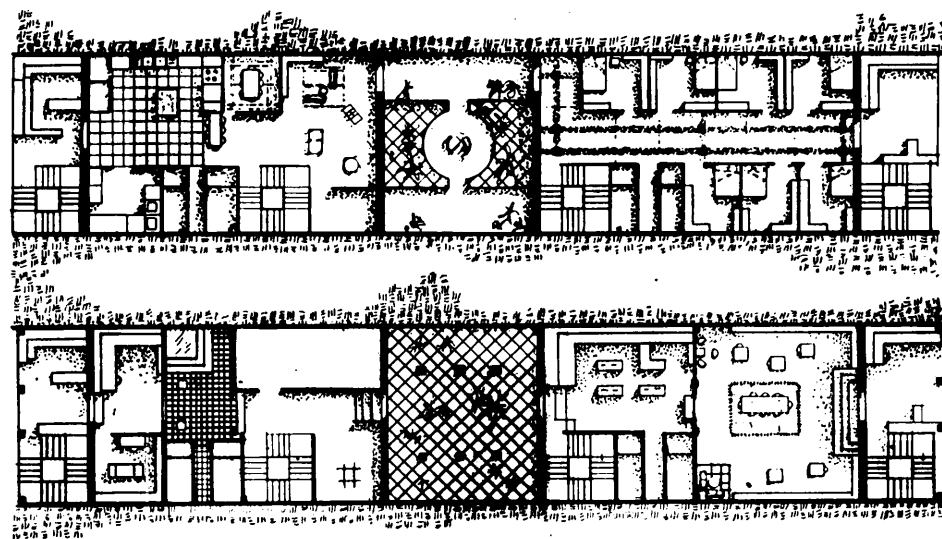
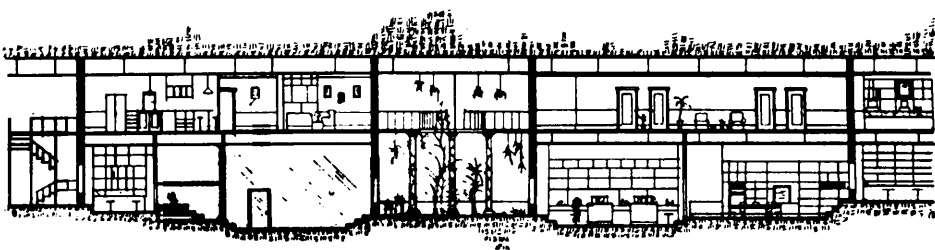


тельного объема и пространства. Совместимость индивидуальных и общественных функций личности должна найти отражение в "гибкости" оборудования — группировки мебели, средств связи, предметов обихода и т. д. Так, мебель должна быть многоцелевой, комбинированной, складной, что создает впечатление многообразия предме-

тов. Сиденья кресел и стульев могут быть переворачивающимися и иметь разнообразную обшивку, что позволяет менять цвет по желанию [53].

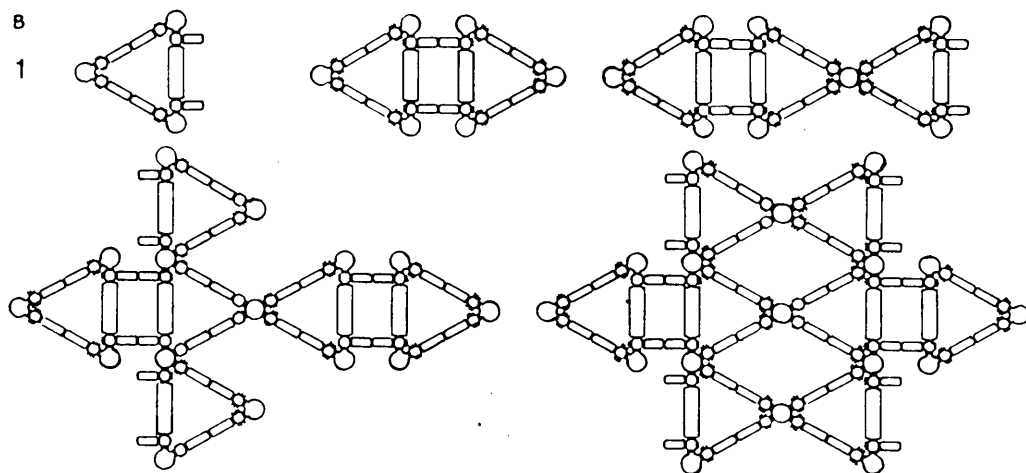
При освоении новых районов, отдаленных от обжитых мест, а также районов с экстремальными условиями неизбежно появление затесненных, а иногда изолированных от внешней среды по-

2

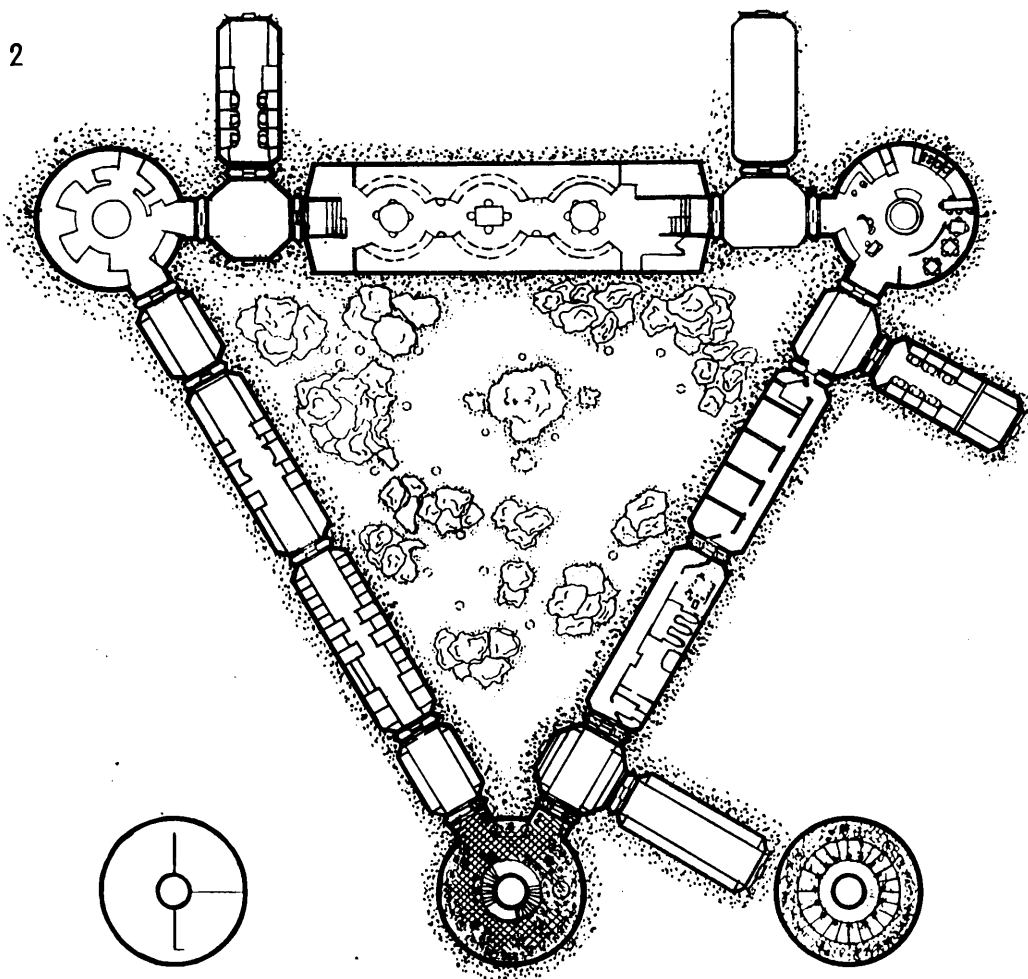


8

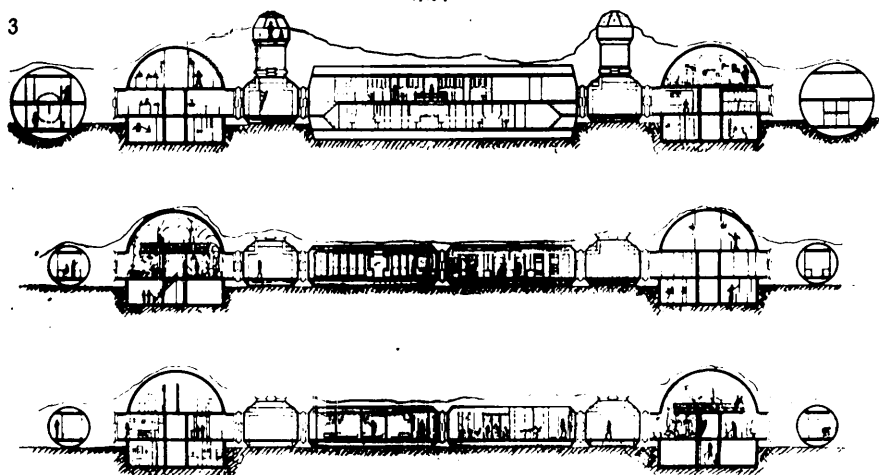
1

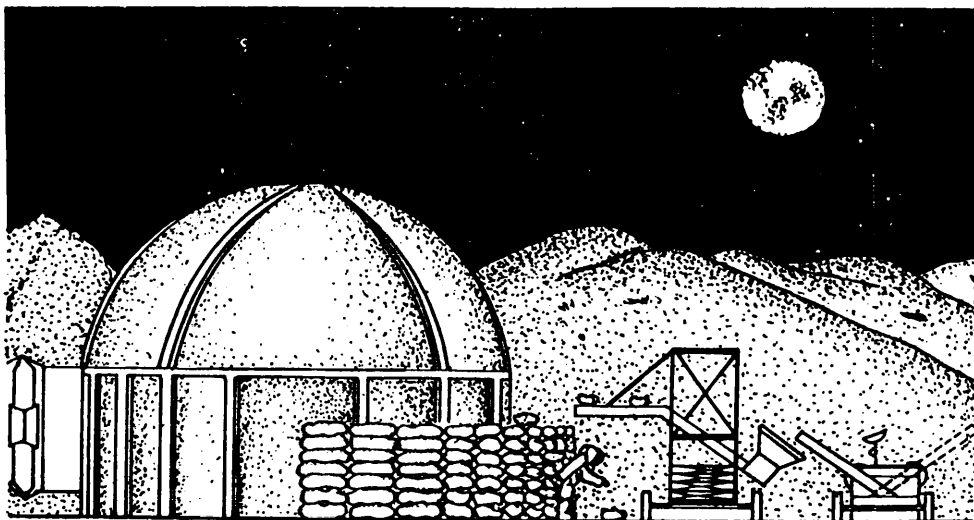


2

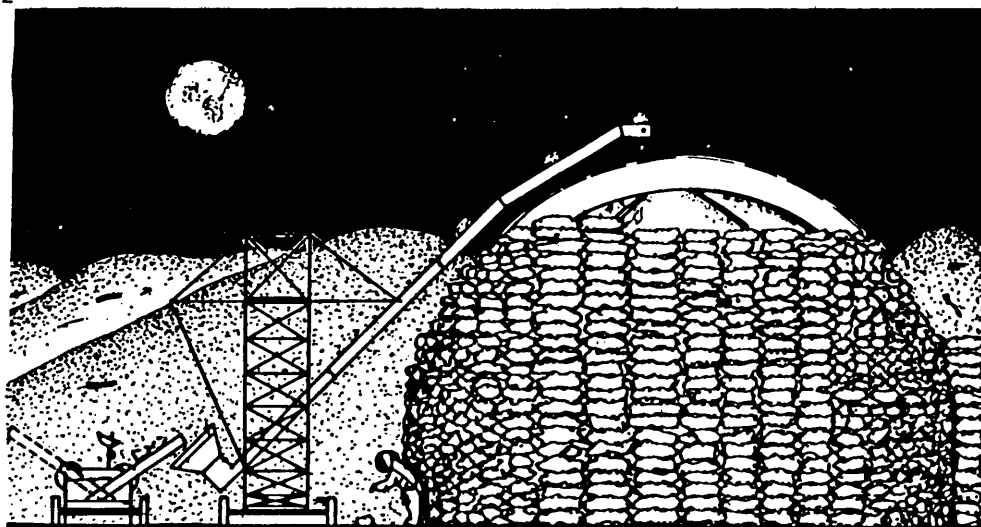


3



Г
1

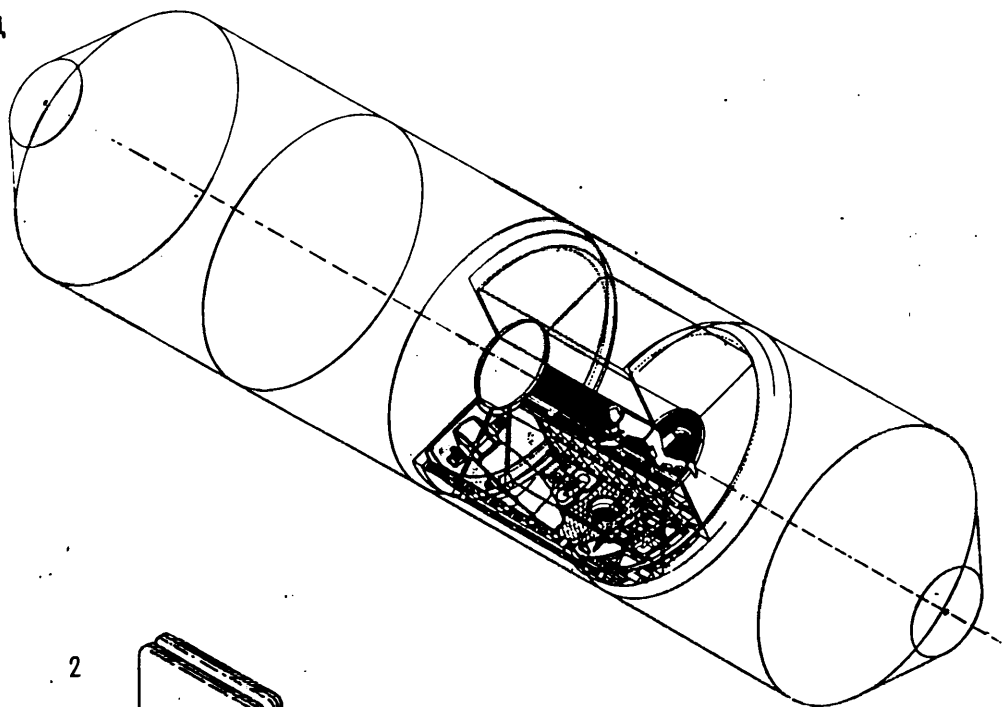
2



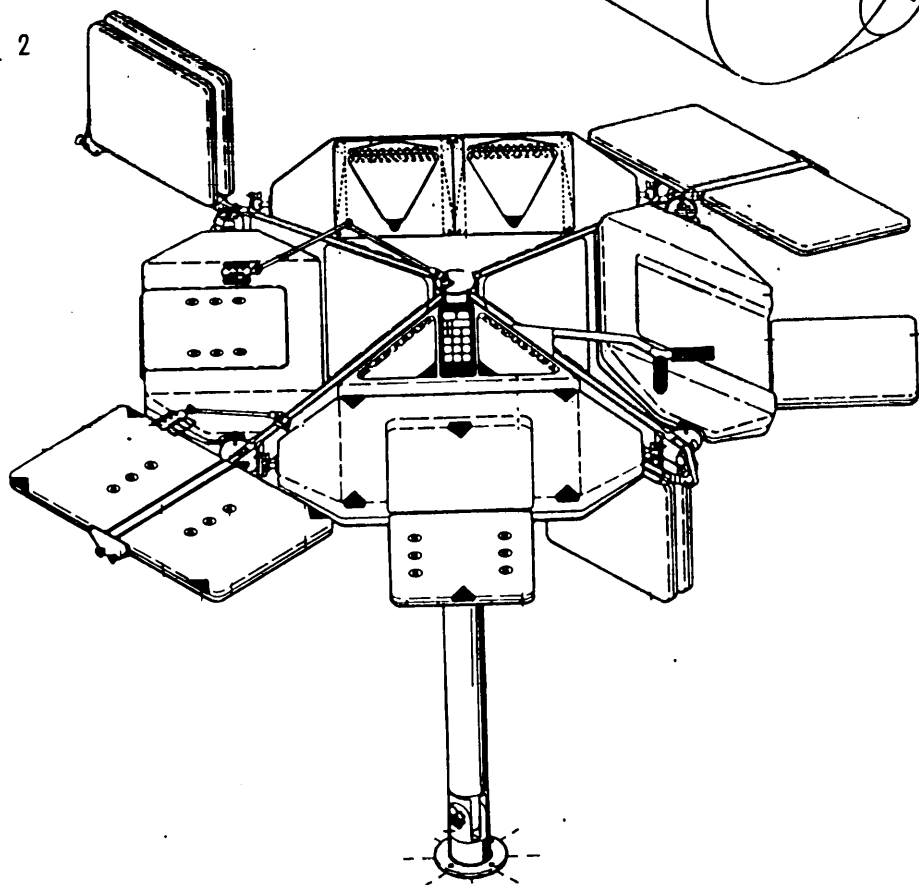
мещений. К сожалению, в современном мобильном жилище для этих условий физическое пространство остается пока предельно ограниченным. При создании мобильного жилища архитектор сталкивается с жесточайшим дефицитом объемов пространства обитания из-за учета различных технико-экономических требований. Поэтому архитек-

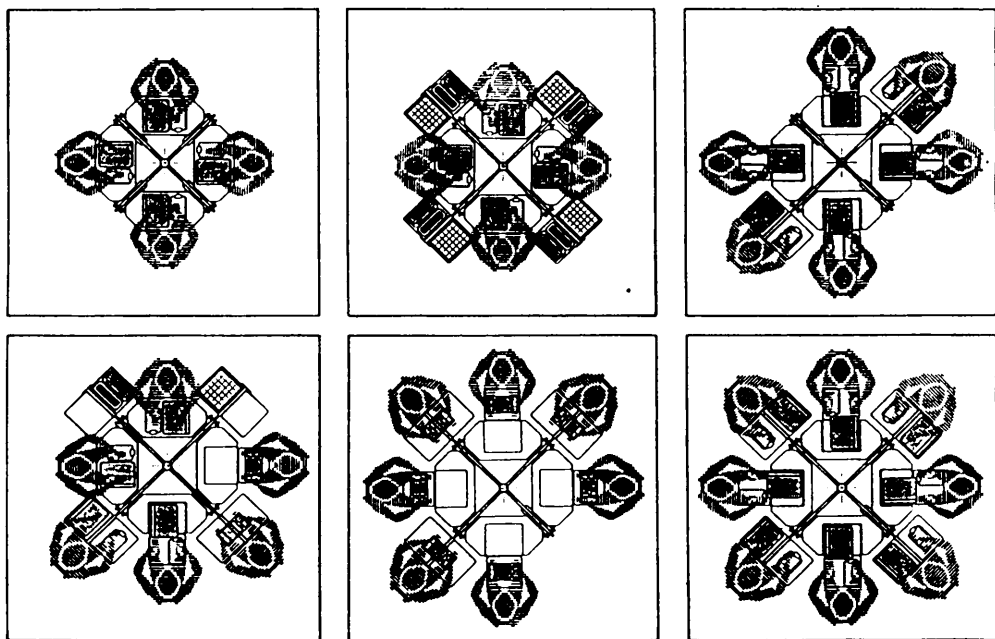
тонические принципы, на основе которых организуется внутреннее пространство (пропорции, масштабность, ритм, цвет и пр.), оттесняются на второй план чисто функциональными и техническими сторонами общей проблемы: технологическими свойствами конструкции, обеспечением размещения требуемого количества оборудования и др.

Д
1



2





В связи с этим можно выделить два пути оптимального решения внутренней пространственной организации мобильного жилища для экстремальных условий. Один из них — нахождение возможных приемов увеличения пространства обитания, близкого к обычным нормам. Это вопрос ближайшего будущего, и его решение связано с применением различных видов конструктивных систем, способных изменять объем в зависимости от стадии существования мобильного сооружения (во время транспортирования, эксплуатации). Другой путь — создание комфортной среды обитания в небольшом ограниченном пространстве, характерном для мобильного жилища, с помощью применения разнообразных архитектурных принципов проектирования.

Одно из направлений исследования данного вопроса — психологический комфорт. С этой целью можно использовать в некоторой степени особенности восприятия человека окружающей среды, включающее целый ряд иллю-

зорных ощущений при оценке параметров среды обитания: истинных размеров помещений, температуры, степени изолированности и др.

Для зрительного увеличения помещений существует много приемов, использующих иллюзорные впечатления. Заслуживают внимания некоторые детали, предполагающие создание активно стимулирующих условий, направленных на повышение психологического комфорта. Так, в замкнутом, небольшом помещении можно достигнуть ощущения простора и света путем выбора пропорций помещения, применения определенной фактуры материалов, зрительного членения второстепенных плоскостей и обобщения главных, "выступающей" и "отступающей" окраски, использования оптимальной гаммы цветов для помещений различного назначения, цветности и интенсивности, общего и местного освещения, иллюзорных эффектов изменения пространства и др.

Среди перечисленных средств, оп-

ределяющих архитектурную композицию в решении пространственной среды жилища для экстремальных условий, большое значение имеет учет объективных закономерностей физиологической оптики, сознательно и направленно использующей особенности зрительного восприятия для решения практических задач иллюзорного изменения пропорций помещения и оборудования.

Науке известен целый ряд закономерностей оптических иллюзий линейных и объемных величин помещений, основанных на зрительном искривлении прямых линий при пересечении их наклонными, при сопряжении прямых линий с циркульными, кажущейся деформации параллельных линий, расхождении вертикальных линий значительной протяженности, использовании явления иррадиации (зрительного увеличения светлых предметов на темном фоне и уменьшения темных на светлом) и т. д. Могут быть использованы и другие приемы. Например, можно придать некоторым плоскостям определенную фактуру, производящую совершенно различные впечатления при освещении с разных точек.

Сочетанием этих средств в разнообразных комбинациях можно добиться определенных иллюзорных ощущений и восприятий в нужном направлении. Но эти комбинации средств, влияющие на иллюзорное восприятие, необходимо проверить в конкретной обстановке: в зависимости от температурных, гигиенических и других параметров и габаритов помещений, в разных типах мобильных поселений, различающихся по длительности пребывания в них различного числа людей, в зависимости от степени изолированности от внешней среды, от рода деятельности, условий труда и быта и других специфических условий.

Одним из активных факторов, организуемых эстетичность восприятия пространства, является цвет. Многочисленные исследования доказывают

психологическое воздействие цвета на организм человека, процессы высшей нервной деятельности и психику человека, на его эмоционально-психологическую реакцию. Окружающая нас среда обладает бесконечным многообразием цветов. На долю зрения приходится около 80 % всей информации. В связи с этим невозможна организация пространства мобильного жилища для экстремальных условий без глубокого научного решения цветоцветовой среды с целью создать благоприятный "цветовой климат".

Систематизация психофизиологических свойств цвета показывает, что в действии цветов, расположенных в том же порядке, в котором они находятся в спектре, наблюдается определенная тенденция: интенсивность и качество воздействия цвета оказывается пропорциональным длине волны [45]. Эти свойства цветов вполне могут быть положены в основу регулирования психофизиологических функций человека. С их помощью можно было бы создать определенный эмоциональный фон, влияя тем самым на самочувствие и настроение человека, пребывающего в небольших замкнутых объемах мобильного жилища, предназначенного для экстремальных условий.

Чисто психологическое восприятие цвета у человека всегда связано с представлениями о "теплом" и "холодном". Цвета красный, оранжевый, желтый оценивают как "теплые", возбуждающие, стимулирующие, а фиолетовый, синий, зеленый — как "холодные", успокаивающие. Менее насыщенные цвета чаще всего кажутся более холодными. Наибольшее влияние на человека окраска производит тогда, когда один цвет дополняет другой. Гармоническое сочетание цветов положительно сказывается на работоспособности и психологическом состоянии человека. Например, холодные цвета (голубой, зеленый) вызывают ощущение большого пространства, красный и коричневый как бы уменьшают объем, но зато создают ощущение уюта. Цвета могут вызы-

вать ощущение тяжести, например, белый — впечатление уменьшения массы, а черный — увеличения. При помощи цветового решения интерьера и применения определенной окраски его поверхностей можно "раздвинуть" или "сжать" объем помещения. Так, поверхности, окрашенные в голубой, фиолетовый, голубовато-зеленый и другие "холодные" тона, выглядят более удаленными, чем плоскости, окрашенные в "теплые" цвета, которые кажутся выступающими вперед.

С помощью цвета можно также регулировать температурные условия в помещении. Различными исследованиями выявлено психологическое воздействие на человека каждого из цветов. Так, красный цвет вызывает ощущение тепла и оказывает на психику человека возбуждающее действие: под его воздействием возрастает мускульное напряжение, повышается кровяное давление, учащается ритм дыхания. Человек становится добрым и радостным, кажется, что время течет медленнее. Однако при длительном воздействии проходит возбуждение, и дальнейшее действие красного цвета вызывает утомление. Оранжевый цвет вызывает чувство веселья и благополучия, воспринимается человеком как раскаленный, горячий, вызывает чувство бодрости и стимулирует к активной деятельности. Желтый цвет способствует хорошему, веселому, приподнятому настроению, располагает к шутке, стимулирует функции зрительного анализатора и нервную систему в целом.

Холодные цвета вызывают ощущение свежести и чистоты, ассоциируются с представлением о более низких температурах. Зеленый цвет действует освежающе и успокаивающе, вызывает чувство умиротворения, положительно влияет при бессоннице, переутомлении; под его воздействием понижается кровяное давление и общий тонус организма, а в сочетании с желтым, приобретая мягкие тона, он благотворно действует на настроение. Считается, что зеленый цвет самый благоприятный для челове-

ка и наименее утомительный. Голубой цвет создает ощущение прохлады, сильнее, чем зеленый, оказывает успокаивающее действие на нервную систему (особенно для людей с повышенной нервной возбудимостью), снижает тонус, частоту пульса и кровяное давление. Синий цвет связан у человека с представлением о холоде, вызывает ощущение свежести, прозрачности, легкости, четкости и уравновешенности, уменьшает физическое напряжение, может регулировать ритм дыхания и сердечной деятельности, а в сочетании с белым и серым создает ощущение холода и спокойствия. Фиолетовый цвет воздействует на расслабление психики.

Но эти характеристики в достаточной степени справедливы только для чистых тонов. Один и тот же цвет может иметь множество оттенков, которые действуют на психику человека иначе, чем основные цвета, а в сочетаниях дают различные гармоничные комбинации, что необходимо учитывать при создании "психологического комфорта" в мобильном жилище для экстремальных условий.

Таким образом, правильный выбор цвета в окраске помещений и оборудования может определенным образом влиять на организацию жилых и рабочих помещений, делать их более комфортабельными. Для мобильного жилища это обстоятельство чрезвычайно важно. Обеспечение требуемого цветового комфорта как необходимого условия для оптимальной работоспособности и самочувствия человека определяется также соответствующим уровнем освещенности интерьера в целом и отдельных его зон, выбором контрастных соотношений цвета. При этом необходимо помнить, что натуральный цвет предметов и интерьера жилища обнаруживается только при белом (дневном) освещении, и он не меняется, если освещение хроматическое. А белый цвет, например, при красном освещении становится светло-розовым, при голубом — светло-голубым, при зе-

леном — светло-зеленым и т. д. Различимость цвета зависит также от интенсивности освещения: при слабом освещении теплые тона сдвигаются в сторону красных, холодные — в сторону зелено-голубых, а в сумерках цвета перестают быть видными (за исключением голубого).

Таким образом, на выбор цвета и системы окраски большое влияние оказывает целый ряд факторов, тесно связанных между собой. При создании оптимального психолого-эстетического климата в помещениях мобильного жилища для экстремальных условий можно будет применить все эти связи в цветовом его решении. Зная основные свойства цвета и цветовых оттенков, можно добиться гармонической композиции интерьера, что обеспечит требуемый комфорт определенного помещения. При этом большое значение будут иметь функциональное назначение помещения и длительность пребывания в нем человека, состав и характер выполняемых им в этом помещении функций.

При дифференциации помещений мобильного комплекса на рабочие и бытовые в целях исключения монотонного воздействия одного цвета или цветовой гаммы и улучшения общего нервно-психологического состояния человека эти помещения могут решаться в контрастном противопоставлении цветовых гамм [45]. В связи с этим рабочие помещения, назначение которых — создать лучшие условия для труда путем рационального цветового оформления, следует окрашивать в физиологически определенные оптимальные цвета с включением небольших площадей, окрашенных в относительно яркие дополнительные тона. Так, цветовая схема рабочего помещения может быть построена на холодных голубовато-зеленых тонах. Бытовые помещения окрашиваются в основном с учетом эмоционального и эстетического фактора. Решение интерьера в гамме теплых, радостных, солнечных тонов (светло-желтый, оранжевый, соломенный, палевый, кремовый и др.) в наибольшей

степени соответствует улучшению настроения и самочувствия. Поэтому, если рабочее помещение выдерживается в целом в однотонной цветовой гамме, где доминируют спокойные, малонасыщенные тона, то бытовое помещение получает большее цветовое разнообразие с применением насыщенных броских цветов.

Эмоциональное воздействие цвета на человека зависит от относительной площади цвета: если относительная площадь, отведенная какому-либо цвету, увеличивается, то повышается вероятность того, что цвет будет определять эмоциональное воздействие интерьера. Однако это не значит, что преобладающий в цветовой схеме цвет будет занимать наибольшую площадь. Если цвет очень насыщен и ярок, совсем не обязательно, чтобы занимаемая им площадь составляла значительную часть поверхностей интерьера, — и без того этот цвет будет определяющим [45]. Изложенное не означает, однако, что только с помощью цвета можно достичь гармоничной композиции интерьера (хотя он и придает эмоциональную выразительность помещению).

С цветовым решением интерьера неразрывно связаны вопросы, касающиеся формы, конструктивных особенностей предметов и оборудования, входящих в интерьер. В связи с этим следует отметить, что в жестких условиях мобильного жилища должны быть тщательно изучены все мелочи: неудобно расположенная мебель или выключатель, некрасивое сочетание цветов в неэстетически решенной детали, малейший дискомфорт в экстремальных условиях могут стать серьезным отрицательным фактором [26].

При создании архитектурной композиции мобильных зданий в экстремальных условиях необходим принципиально новый подход к выявлению художественно-эстетических качеств зданий. Сущность его заключается в том, что в мобильных зданиях должна быть подчеркнута тектоника фасадов, масштабность и пропорциональность

которых соответствует специфическому образу мобильных зданий. Это в первую очередь связано с необходимостью четкого восприятия мобильного комплекса в условиях недостаточной видимости. Поэтому слишком сложное по своей конфигурации и силуэту здание будет служить плохим ориентиром при недостаточном солнечном освещении с частыми туманами и пургой.

По-видимому, главной задачей, связанной с принципами кинематического формообразования, является создание программированной среды в экстремальных условиях подземного, подводного, арктического, пустынного, высокогорного, космического и другого обитания. В условиях сенсорного голода проблема обеспечения жизнедеятельности человека в замкнутой искусственной среде может быть решена путем использования управляемой динамической цветоцветовой формы, звукового и теплового климата, например имитации природных ритмов [29].

Таким образом, при создании программированной среды обитания различного назначения в экстремальных условиях могут найти применение рассмотренные выше принципы кинематического формообразования. Программируемая среда как "камертон" может настраивать психику человека на определенный лад, что позволяет включать в работу резервные механизмы человеческого сознания.

3.2. Потенциальные возможности динамической адаптации

3.2.1. Изобретательская практика

Комплексный подход к созданию конструктивных систем архитектурных объектов, использующих принципы динамической адаптации, как в любой другой области, естественно, ведет к изобретательству. Попытки решения проблемы динамической адаптации зданий и сооружений, наделенных подвижностью и гибкостью, дают огром-

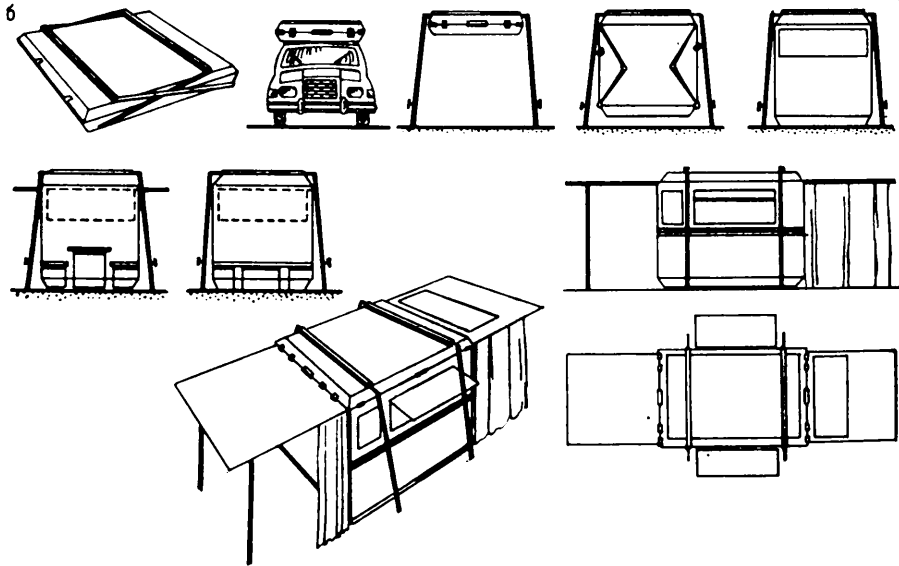
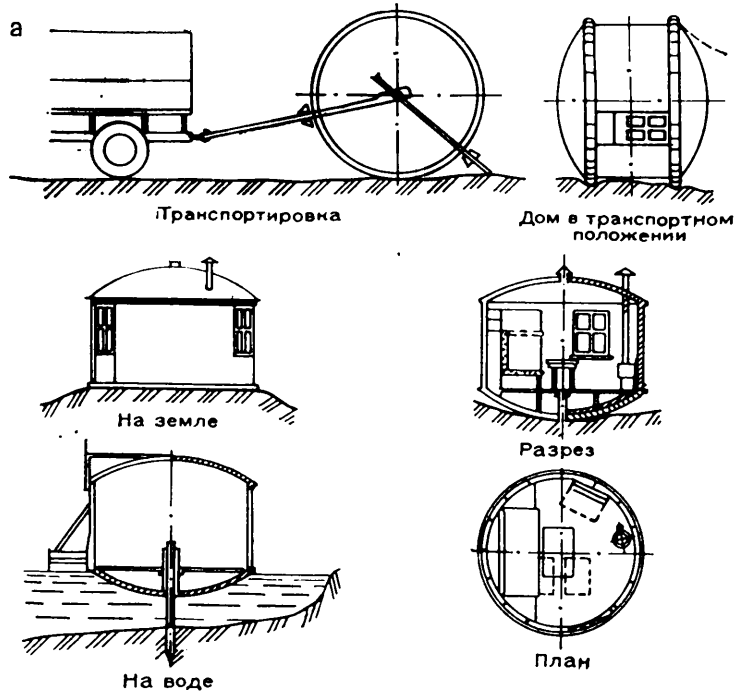
ное богатство идей, наиболее интересные и прогрессивные из которых, как правило, патентуются во всем мире.

Тот факт, что патентуемые решения должны в первую очередь удовлетворять требованиям новизны и оригинальности во всем многообразии существующих предложений, показывает необходимость изучения патентного опыта для того, чтобы выявить положительные тенденции в развитии данной проблемы.

Здания или сооружения, использующие динамические принципы изменения архитектурной формы, во всем потоке патентной информации отличаются оригинальностью и новизна конструктивных решений как всего объекта, так и его элементов. Многие из них заслуживают особого внимания, поскольку могут быть использованы не только для динамической адаптации, но и в других ситуациях, например для поиска форм и способов возведения стационарных объектов.

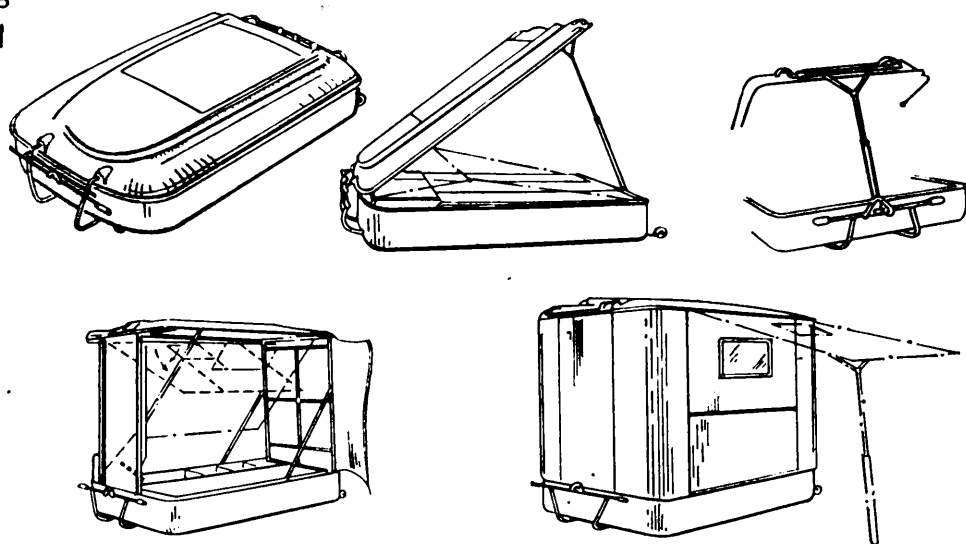
Динамобильные архитектурные объекты, объединяющие в себе такие средства их динамической адаптации, как мобильность и трансформативность, представлены в патентной литературе довольно широко и разнообразно: просто мобильные, самостоятельно перемещаемые (рис. 99, а) или перевозимые на багажнике автомобиля (рис. 99, б, в, г), а также на его крыше (рис. 99, д, е). Последние два типа относятся к сборно-разборным и отличаются индустриальностью производства сборных элементов, которые могут быть как плоской, так и пространственной формы. Общей тенденцией в развитии сборно-разборных мобильных зданий является укрупнение элементов конструкций до размеров, ограничиваемых требованиями транспортирования. Предлагаются, как правило, различные облегченные и высокоэффективные материалы. Отличаются простотой стыковые соединения, которые в некоторых случаях настолько оригинальны, что могут быть использованы в других областях. По архитек-

Рис. 99. Небольшие динамические здания (патентный опыт) (с. 267 — 270)
 а — передвижной "дом-колесо" (патент ФРГ № 812 367); б — жилище для отдыха, перевозимое на багажнике автомобиля (патент Франции № 1 595 519, авторы П. Манжерот, М. Розаз); в — транспортируемая демонтируемая кабина (патент Франции № 1 446 112); автор М. Питтаз, внешний (1) и внутренний (2) виды; г — легкое здание из трансформируемых пакетов (патент Франции № 2 547 332, авт. Ле Маульг); д — трансформируемое укрытие на багажнике автомобиля (патент Франции № 2 495 204, автор Тиссейр Д. Даниель); е — то же, № 2 482 159; ж — тордох (чум) с дверными блоком и тамбуром (авт. свид. № 125 025, СССР); з — складное тентовое здание на санях (авт. свид. № 1 002 476, СССР)

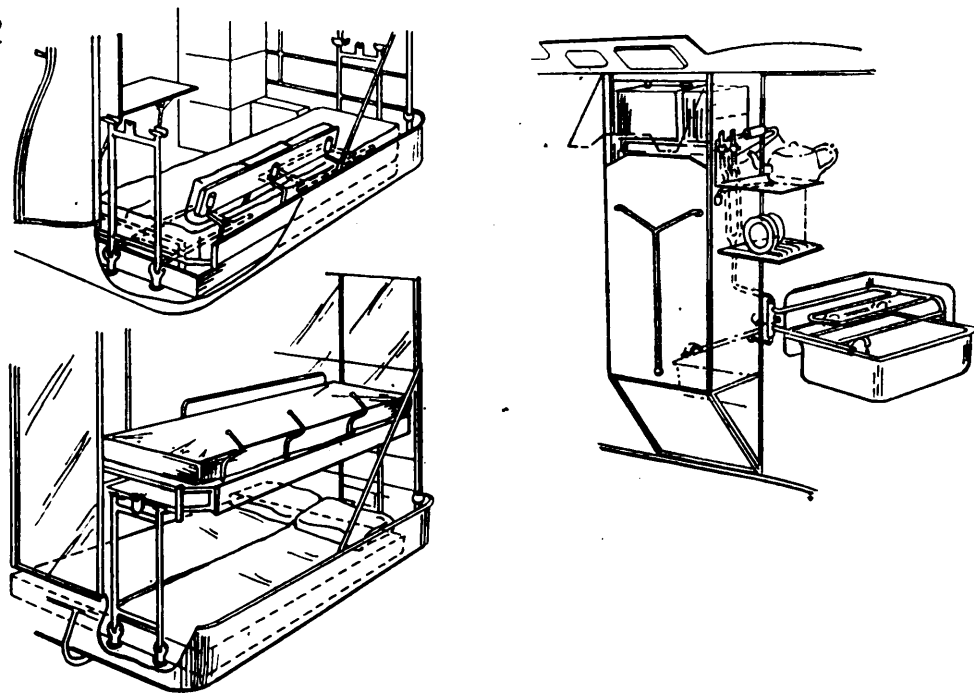


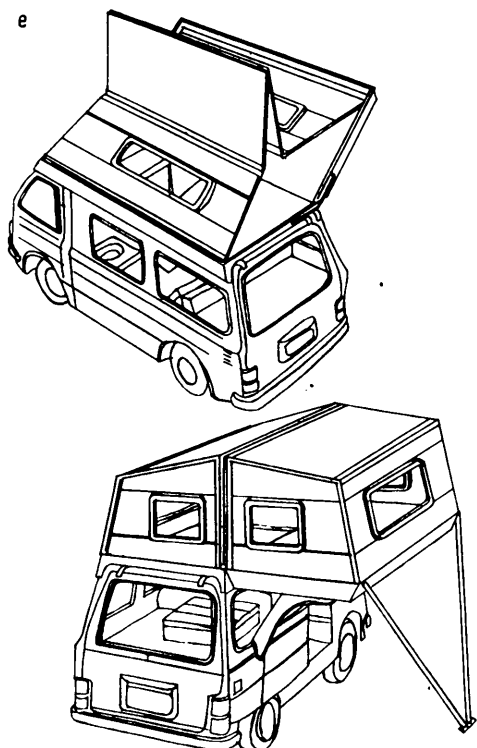
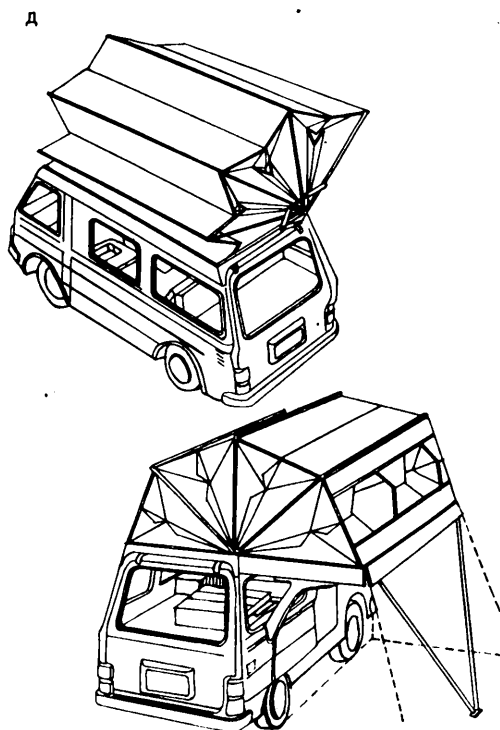
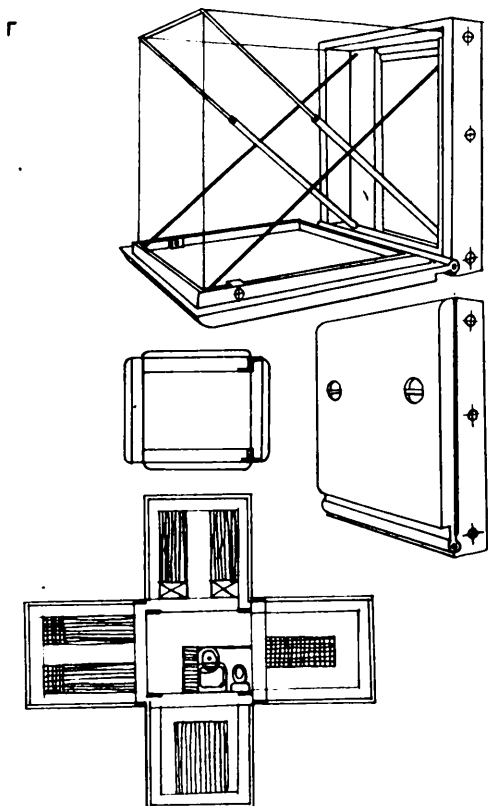
В

1



2

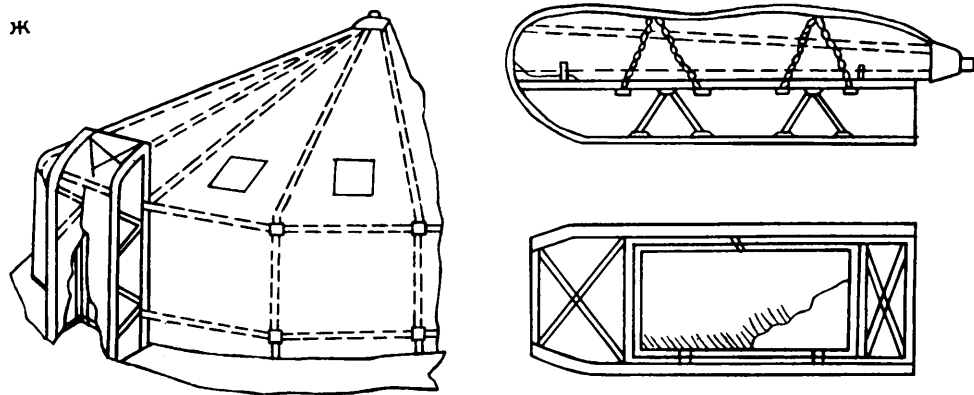




турно-планировочным качествам патентуемые проекты сборно-разборных мобильных зданий находятся на высоком профессиональном уровне, так как оригинальность формы сборно-разборных элементов позволяет создавать интересные отдельные мобильные здания и целые комплексы.

Мобильные здания из объемных пространственных элементов в зависимости от способа передвижения разделяют на контейнеры и трейлеры, которые позволяют увеличивать используемое пространство на время стационарной эксплуатации (рис. 99, д, е) в основном путем применения количественного принципа трансформации. Помимо этого имеются примеры решения мобильных зданий, складывающихся в пакет на санях (рис. 99, ж, з).

Ж



З

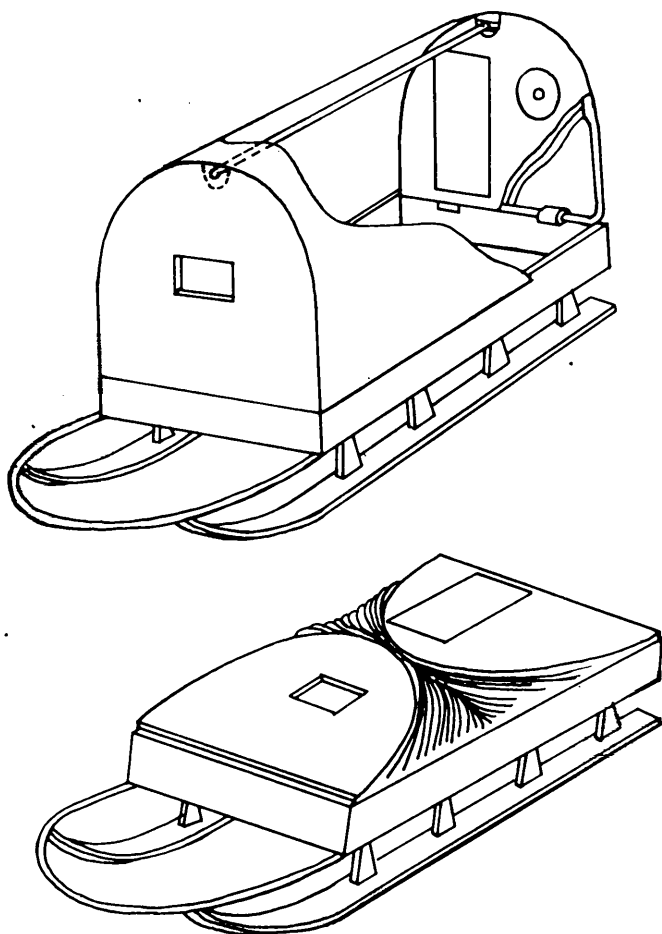
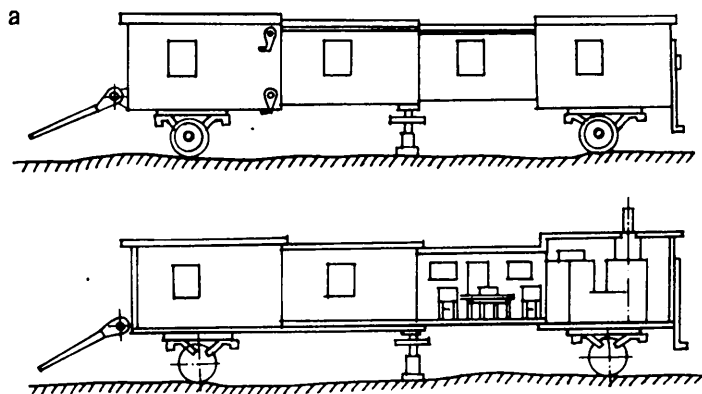
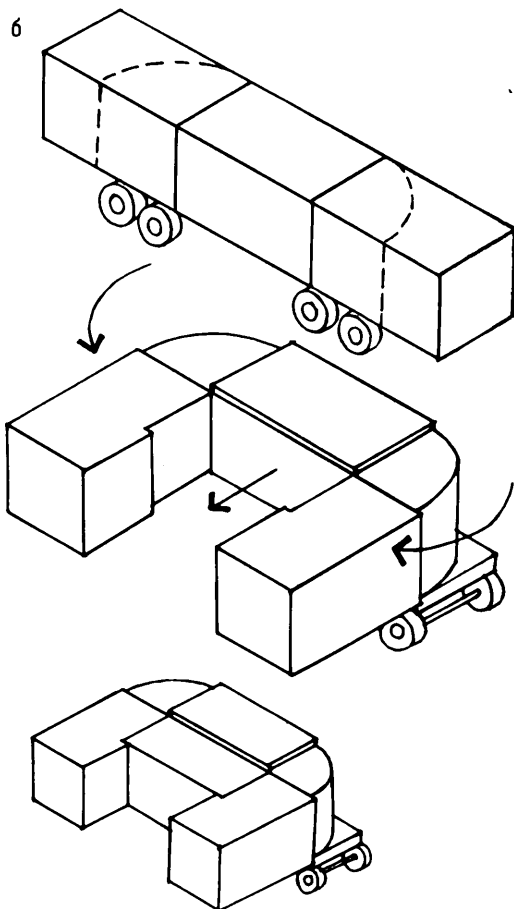


Рис. 100. Динамические трейлеры с трансформацией по горизонтали (с. 271 — 276)
 а — передвижной жилой блок (авт. свид. № 842 150, СССР); б — передвижное трансформируемое жилище (патент США № 546 315); в — передвижное блокируемое здание (патент ФРГ № 3 005 028); г — расширяющийся дом-трейлер (патент США № 2 886 856); д — трансформируемое передвижное панельное здание (авт. свид. № 1 135 695, СССР); е — трансформируемое передвижное здание (авт. свид. № 1 135 864, СССР); ж — контейнерные трансформируемые здания: 1 — авт. свид. № 874 915, СССР; 2 — авт. свид. № 947 318, СССР; з — раздвижной дом-прицеп (патент США № 2 832 637); и — устройство дополнительных помещений в передвижном доме (патент США № 2 913 775); к — передвижной дом с трансформируемой террасой (патент Франции № 1 473 117)

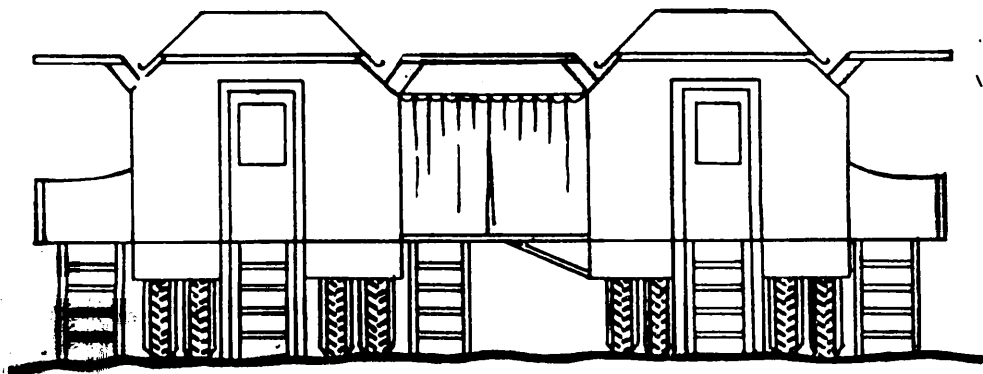
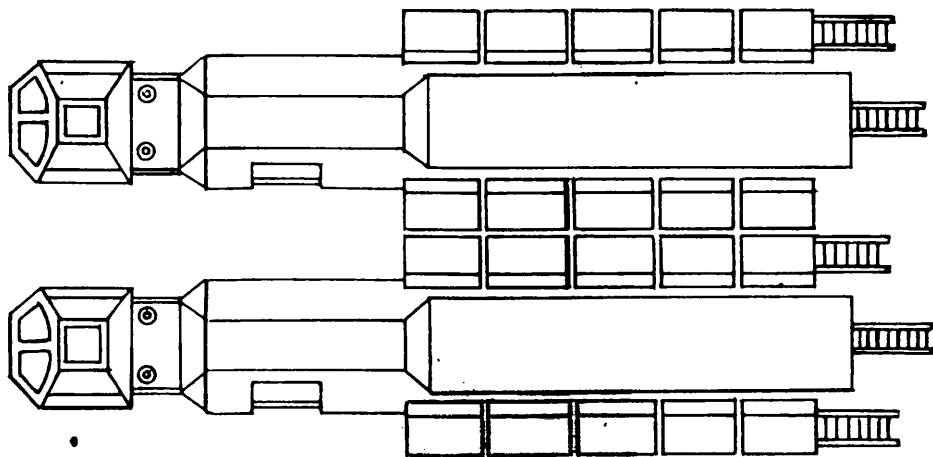
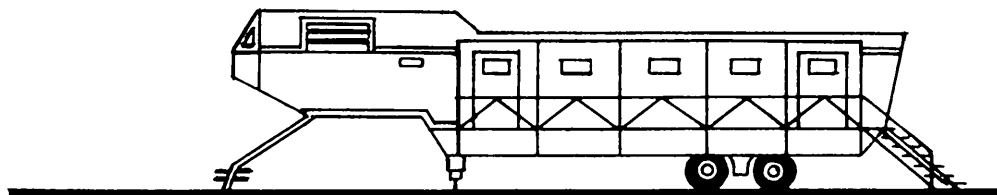
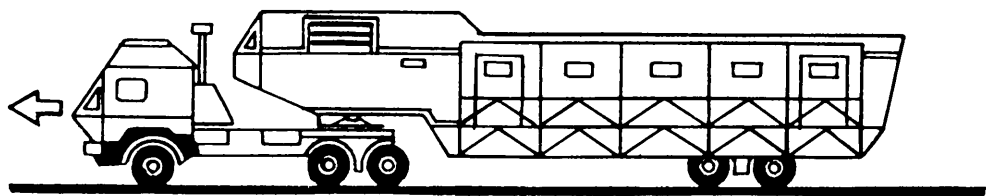


Среди мобильных трейлеров много примеров изменения пространства обитания как в горизонтальном (рис. 100), так и вертикальном (рис. 101) направлениях путем увеличения этажности или высоты помещения. Последнее особенно важно при использовании передвижных залных помещений, а также складских и других, требующих для осуществления функциональных процессов увеличения высоты помещения. Это же требование возникает и при применении контейнерных мобильных зданий жилого, общественного и промышленного назначения (рис. 102). Однако более распространено увеличение рабочего объема контейнера в горизонтальном направлении (рис. 103) путем раскладывания боковых секций. Один из способов увеличения эксплуатационного объема — выдвигание готовых жестких объемов или полуоткрытых секций различной конфигурации (рис. 104). Такие здания имеют преимущества перед рассмотренными выше, так как их выдвигаемые объемы или секции оснащены оборудованием и мебелью.

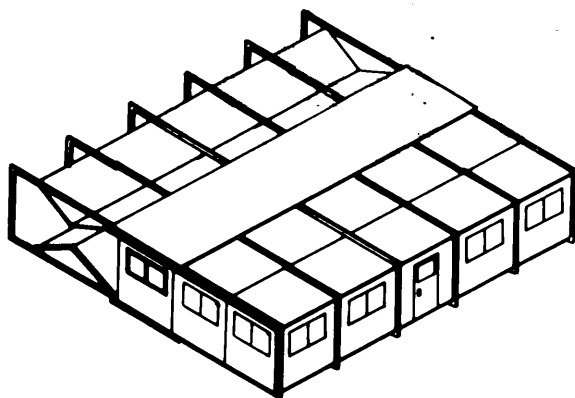
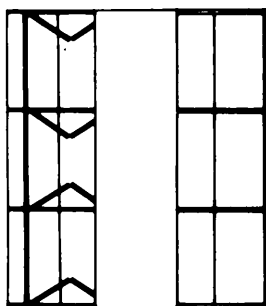
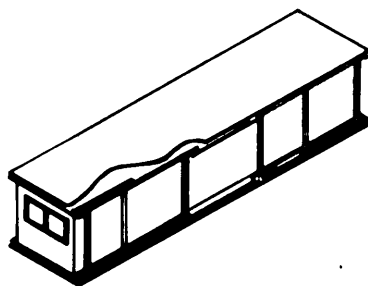
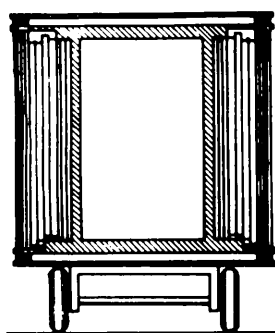
Развитие тенденции насыщения трансформируемых контейнеров оборудованием и мебелью приводит к оригинальным решениям (рис. 105). Прак-



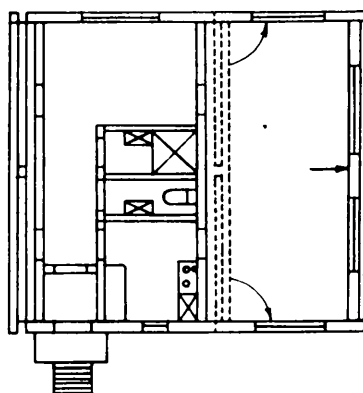
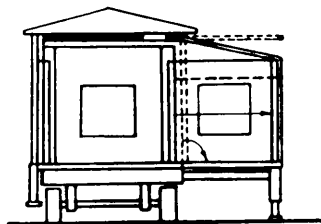
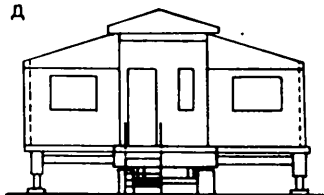
В



Г

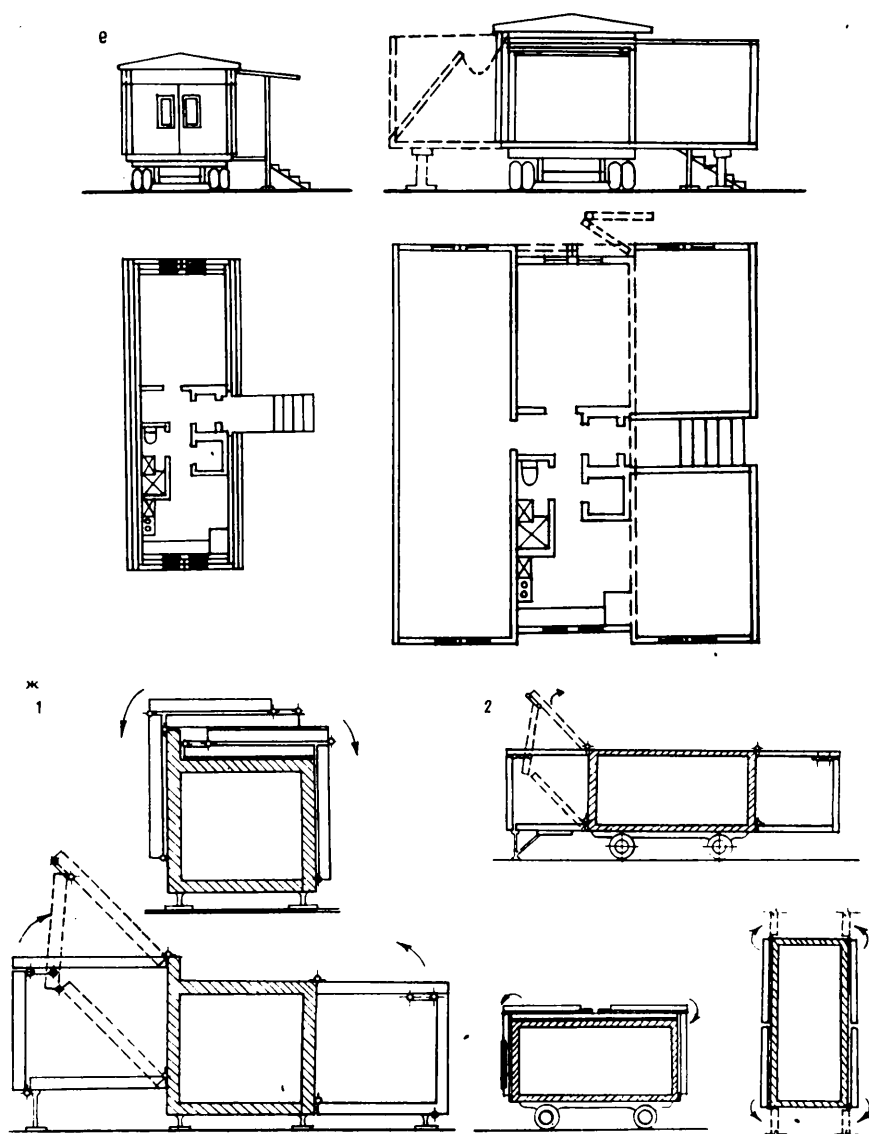


Д



тически такие здания имеют почти полную заводскую готовность и, кроме того, увеличивая свой эксплуатационный объем, приобретают большие преимущества перед другими типами динамо-

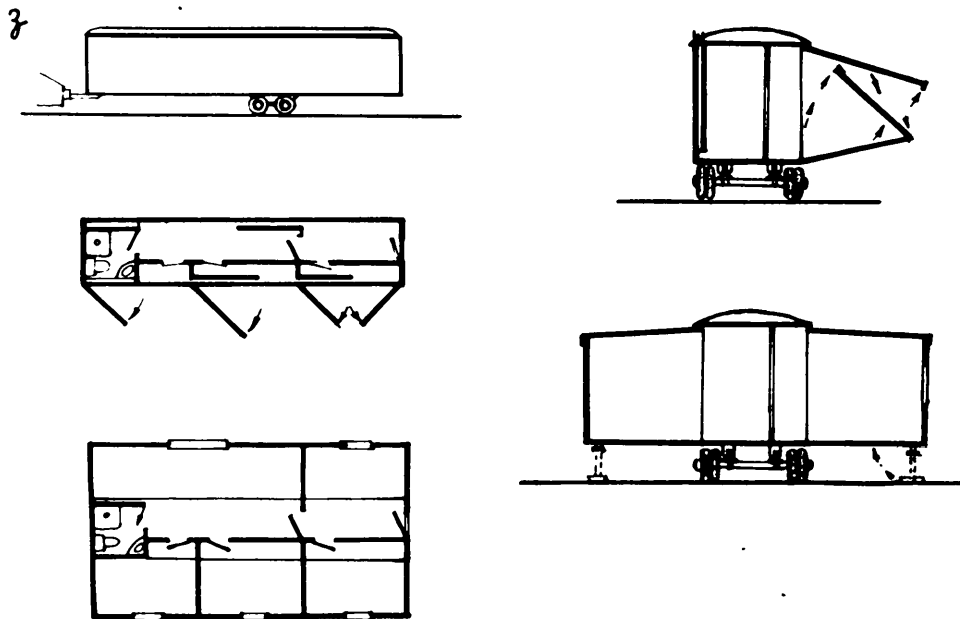
бильных зданий. Этому способствует использование в качестве основных элементов трансформации не плоских панелей, а полублоков или полусекций, оснащенных оборудованием. Примене-



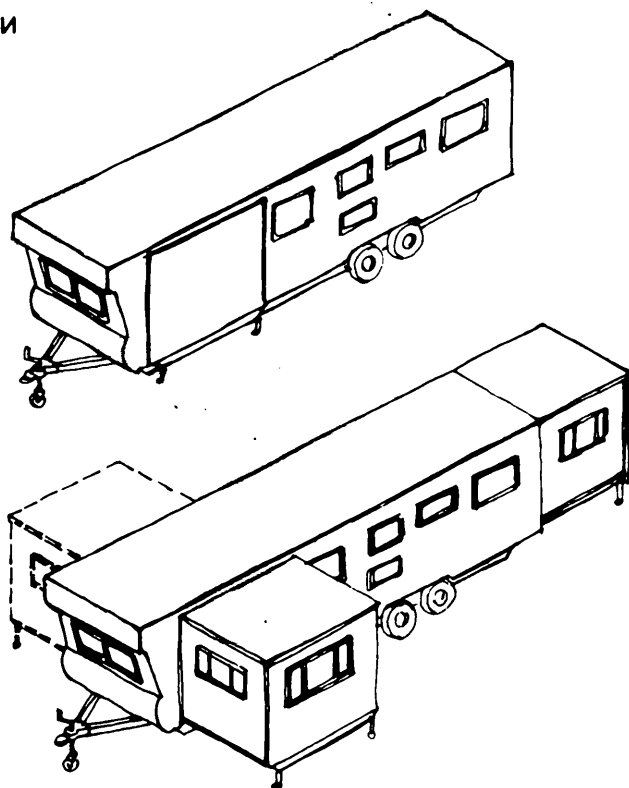
ние таких элементов дает возможность получать здания оригинальной формы (рис. 106).

Среди кинематически трансформируемых зданий и сооружений самыми компактными при транспортировании являются складываемые в пакет контейнеры, из которых потом могут наби-

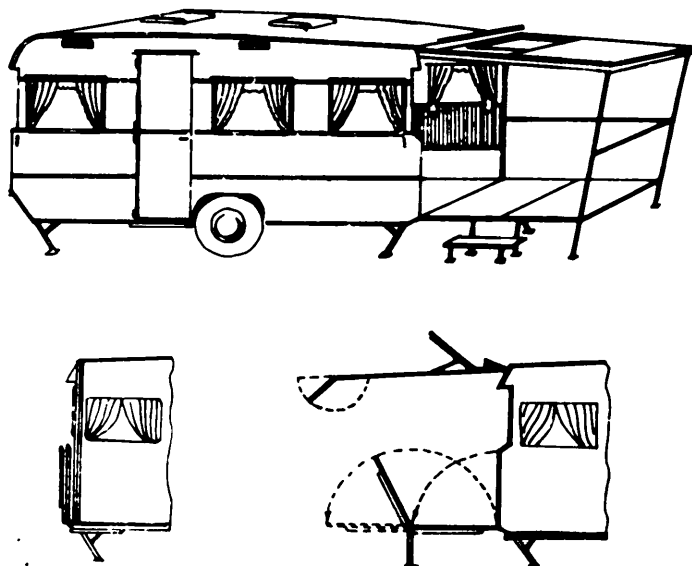
раться здания (рис. 107), или целиком здания, складываемые в компактный пакет (рис. 108). Использование пакетирования секционных зданий, достигающих значительных размеров после трансформации, дает большие пространственные возможности (рис. 109). Известны примеры разворачивающих-



и



К



ся из пакета зданий, имеющих различные устойчивые формы (рис. 110), а также многоэтажных зданий (рис. 111).

Пространственные жесткие и стержневые структуры, рассматриваемые в патентном опыте проектирования зданий и сооружений, имеют различное функциональное назначение (рис. 112). Жесткие элементы в сочетании с гибкими элементами сообщают кинематическим структурам более полную заводскую готовность (рис. 113). Кинематические здания и сооружения представлены также и с использованием пневматических конструкций (рис. 114).

Телескопически выдвигаемые жесткие кинематические структуры имеют разнообразный спектр использования (рис. 115). Складчатые жесткие структуры, имеющие большие возможности для формообразования, также можно широко использовать при создании сооружений различного назначения (рис. 116, 117). В патентной литературе представлены также и биотектонические здания и сооружения (рис. 118).

Кинематически трансформируемые

здания, рассматриваемые в патентной литературе, наиболее полно удовлетворяют требованиям динамической адаптации зданий и сооружений к изменяемым потребностям людей. Трансформируемые здания не нашли пока еще широкого использования, что объясняется кажущейся сложностью их производства. Однако количество материалов и технология изготовления составных элементов трансформируемых кинематических и динамобильных зданий такие же, как и для сборно-разборных и объемных зданий. При многократном использовании этот "недостаток" компенсируется удобством эксплуатации, что наиболее важно при создании кинематических и динамобильных зданий.

Кинематически разворачивающиеся здания отличаются большой компактностью при транспортировании и в то же время достаточно большими размерами при эксплуатации. Трансформируемые здания позволяют создавать объемы с более гибкими и удобными в эксплуатации планировочными решениями как отдельных зданий, так и комплексов. Трансформируемые здания,

представленные в патентной литературе, как уже отмечалось, делятся на складные и раздвижные, причем как в высоту, так и в горизонтальном направлении. Наиболее удачны проекты, сочетающие признаки различных конструк-

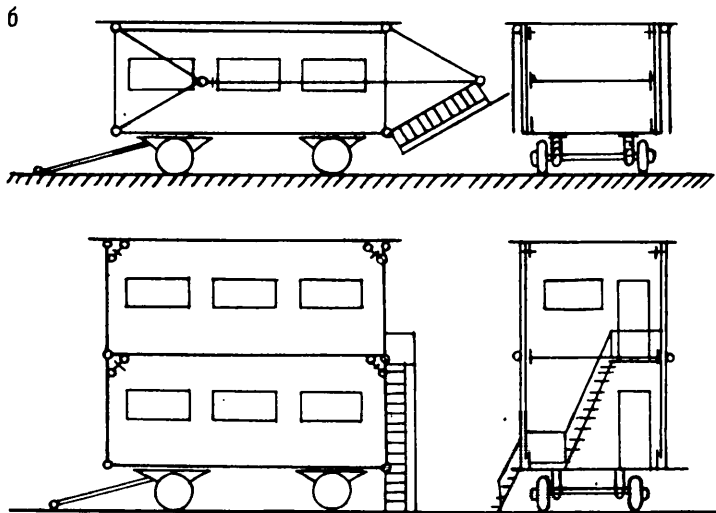
ций. Многие из них разворачиваются автоматически, что приближает проектирование кинематических систем к автоматическим. Это ставит перед архитекторами новые задачи и требует нового подхода к проектированию таких зданий.

Разнообразие конструктивных и объемно-планировочных решений кинематических и трансформируемых мобильных зданий, представленных в патентной литературе, позволяет широко их применять в различных сочетаниях и для различных целей. Можно предположить, что этот тип перспективен для архитектуры, использующей принципы динамической адаптации зданий и сооружений, которая сама представляет прогрессивное направление в развитии архитектуры.

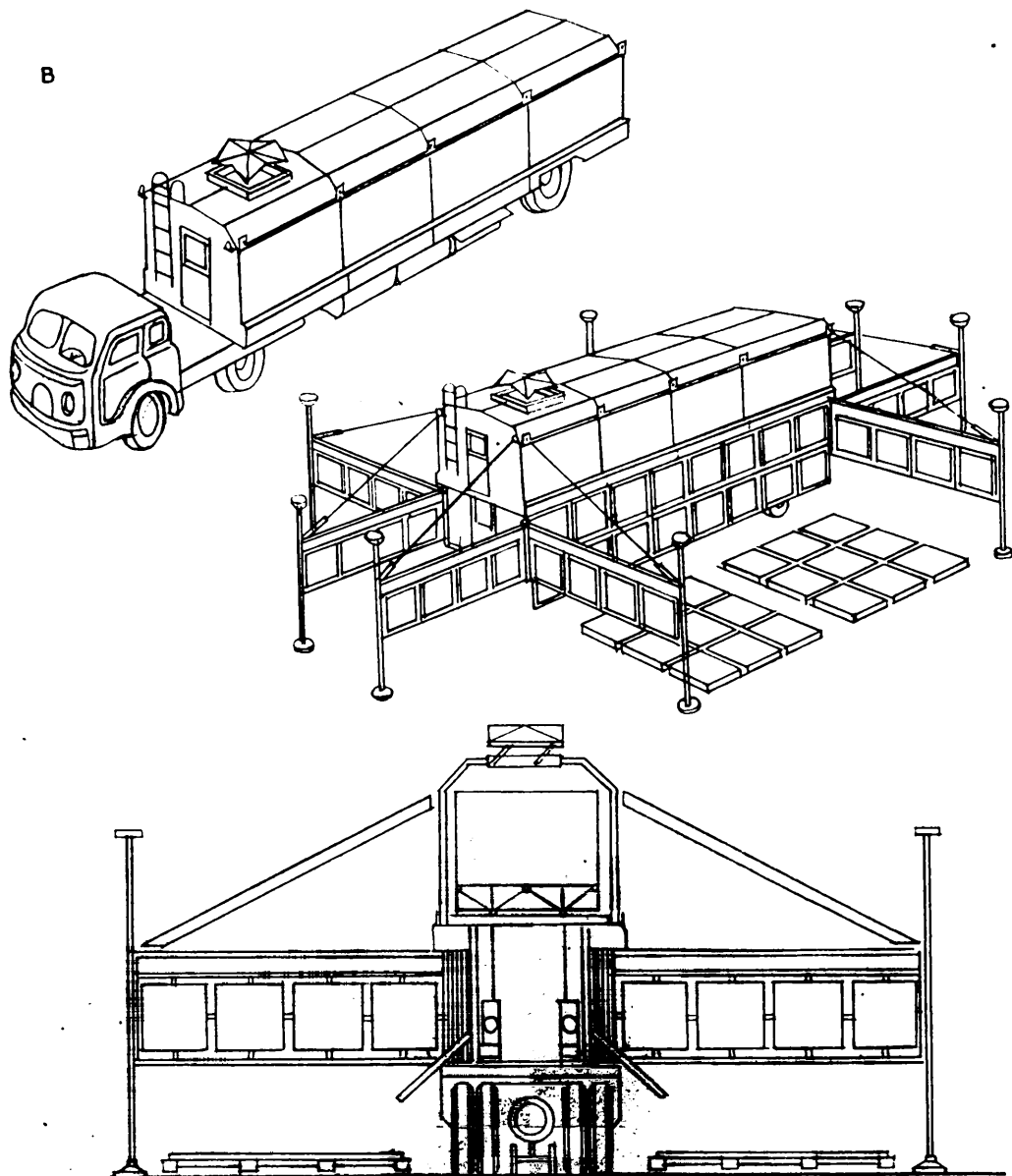
3.2.2. Специальные области использования

Рассматривая проблему создания архитектурных объектов, использующих принципы динамической адаптации для полноценного удовлетворения изменяющихся потребностей людей, нельзя не обратить внимания на потенциальные возможности этой проблемы, охватывающей некоторые специ-

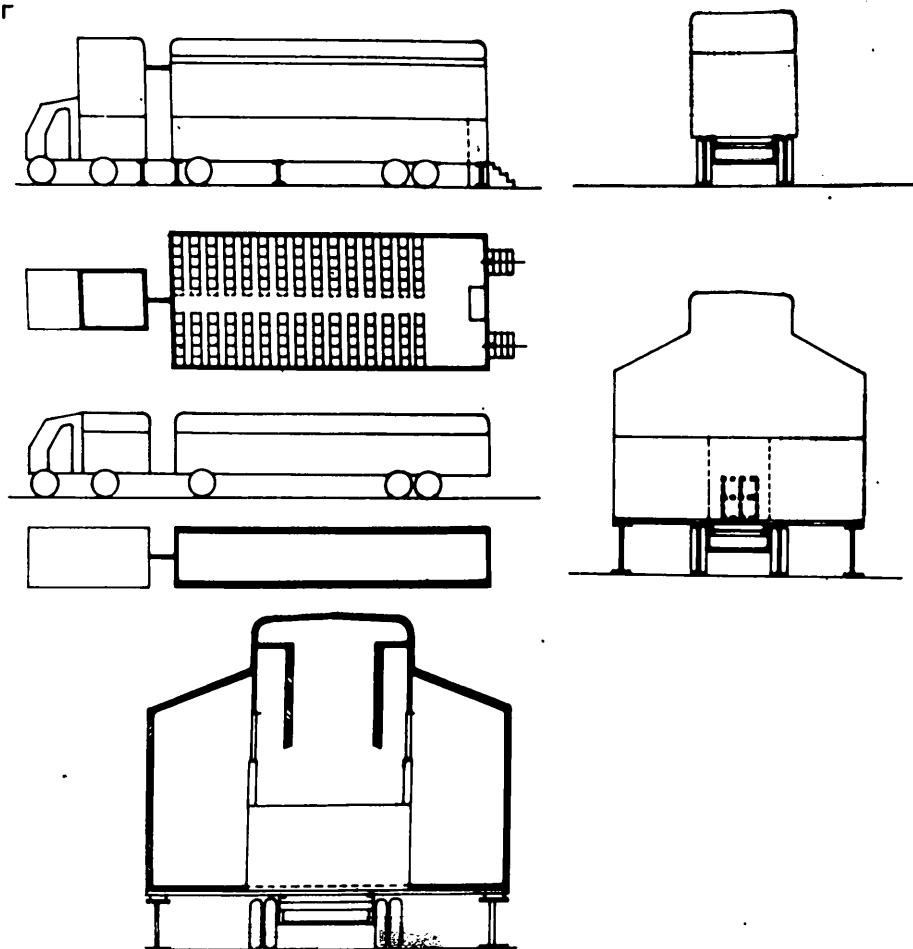
Рис. 101. Динамобильные трейлеры с трансформацией по вертикали
а — передвижной жилой фургон (авт. свид. № 235 960, СССР); б — передвижное многоэтажное складское здание (авт. свид. № 702 135, СССР); в — передвижной информационный центр (авт. свид. № 757 657, СССР); г — трансформирующийся трейлер (патент ФРГ № 833 695)

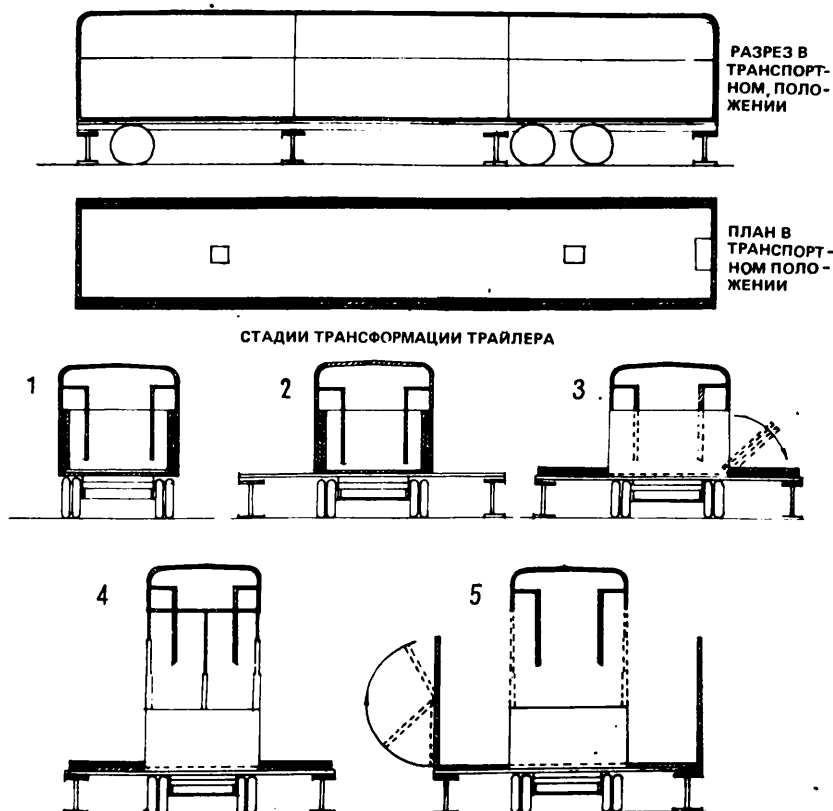


В



Г





альные области применения кинематических принципов в формировании архитектурных объектов, не укладывающиеся в рамки рассмотренной выше классификации и типизации.

В первую очередь это касается создания так называемой нематериальной архитектуры, проблемы которой давно привлекают внимание архитекторов и специалистов. Тенденция к строительству огромных пролетов при незначительной материальности стен и перекрытий (совершенно очевидная при использовании пневматических конструкций, где перекрытие состоит только из тонкой пленки, поддерживаемой воздухом) находит дальнейшее свое развитие. Следующим шагом является способ, когда пленка убирается, и пространство перекрывается струей воздуха. Еще датский архитектор Кнут Лонберг-Хом (работая в 1920 г. в

Нью-Йорке, он был инициатором организации и развития системы строительства в Америке), размышляя об этом способе строительства, говорил, что "он является одним из тех, который создает возможность дать человечеству полностью эффективный контроль среды обитания без каких-либо явных (видимых) структур и механизмов" [79].

Такие конструкции представляют сегодня приспособляемые "нематериальные дома". Мысль не является новой. Уже Мооли Нэги принимал в расчет во время своей деятельности в Баухаузе возможность начинать архи-

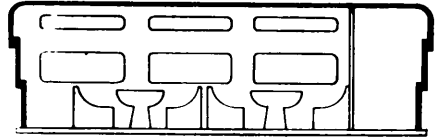
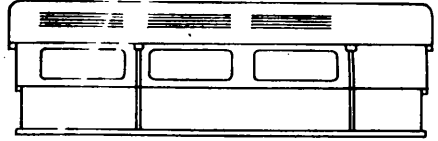
¹ В Баухаузе в оригинальном курсе Альберса большое место занимала разработка зданий, использующих кинематические преобразования для создания конструктивной формы, а также графических структур.

Рис. 102. Передвижные контейнеры с трансформацией по вертикали

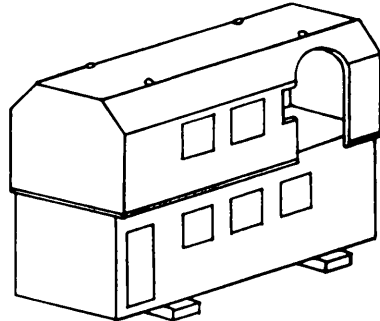
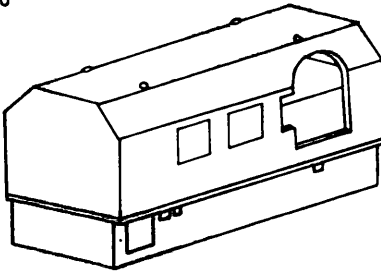
а — трансформируемый контейнер для устройства кафе (патент ФРГ № 2 030 820); б — здание телескопического типа в виде контейнера (авт. свид. № 661 079, СССР); в — объемный блок промышленного здания с увеличиваю-

щейся высотой (авт. свид. № 530 091, СССР); г — здание с трансформируемой кровлей (патент США № 3 890 747); д — складной бокс (авт. свид. № 1 161 674, СССР); е — объемный блок здания с увеличивающейся высотой (авт. свид. № 1 257 147, СССР); ж — передвижной фургон (авт. свид. № 1 076 562, СССР)

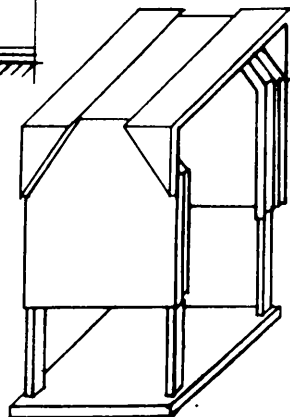
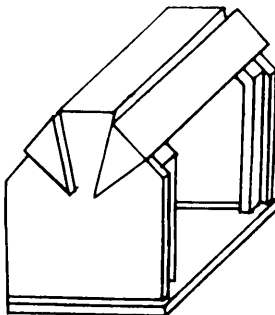
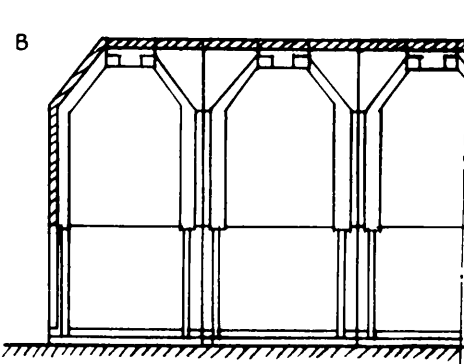
а

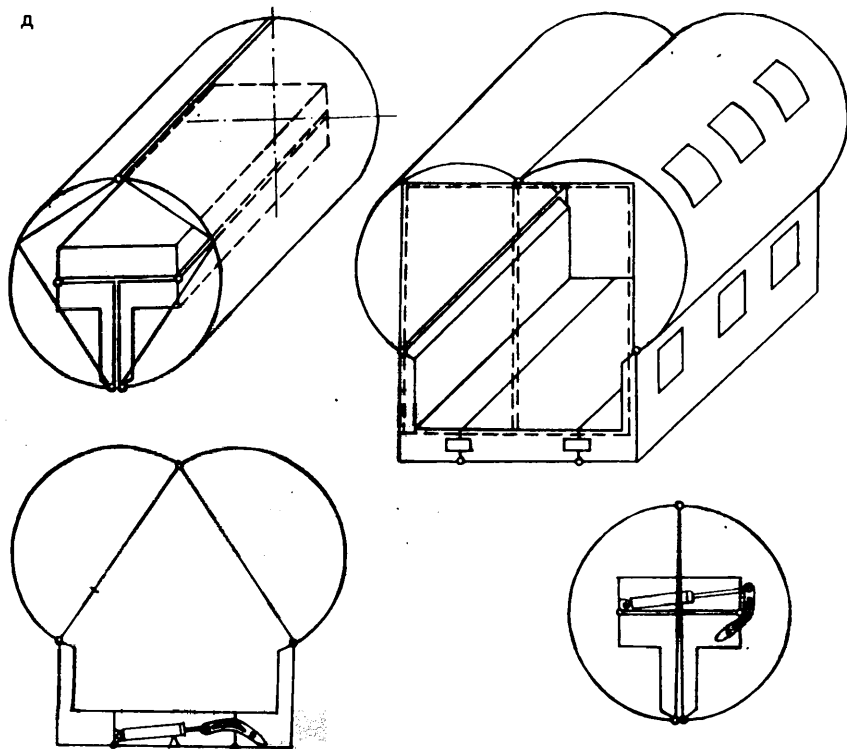
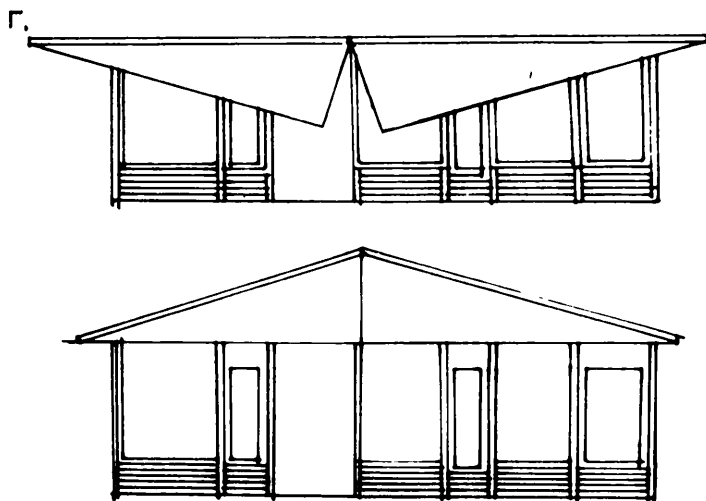


б

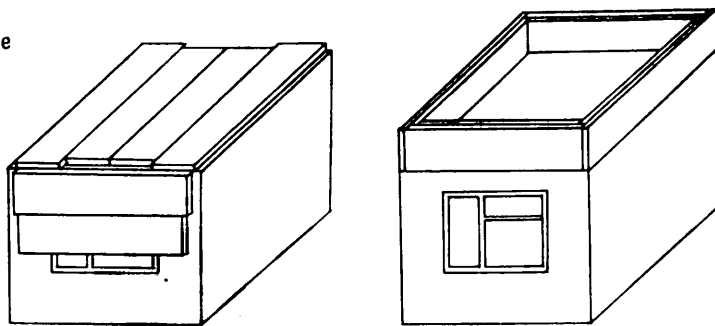


в

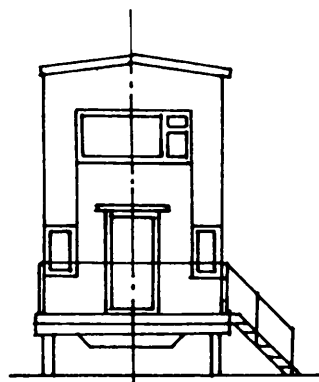
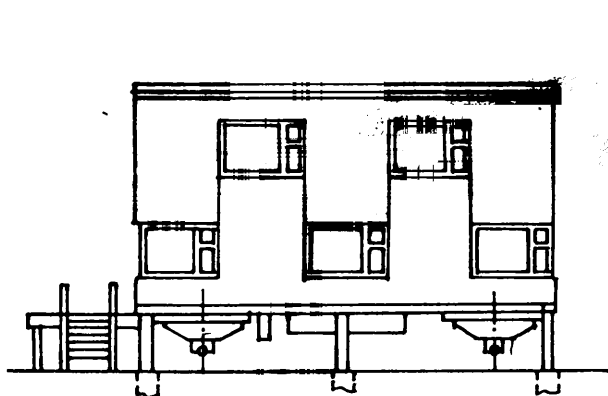
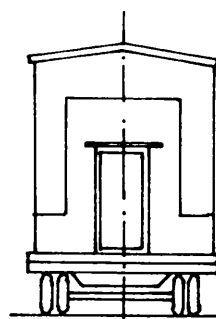
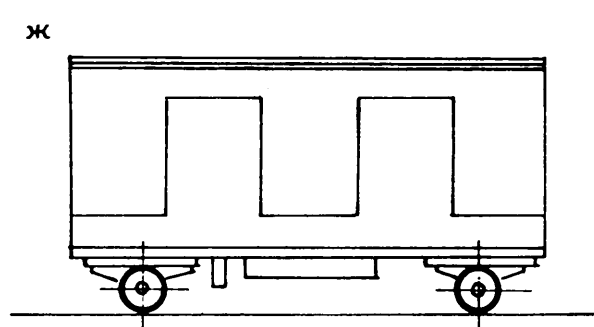




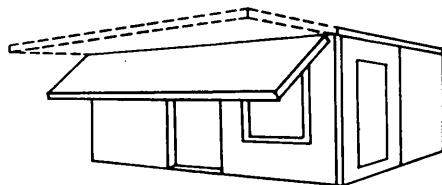
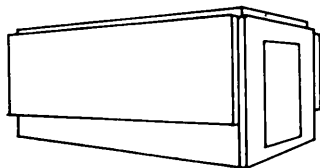
е



ж



а



б

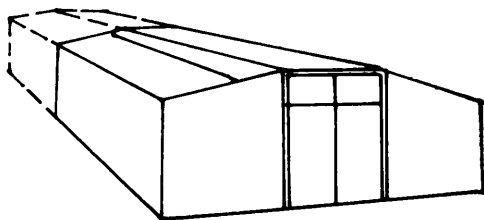
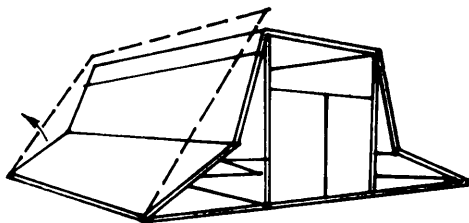
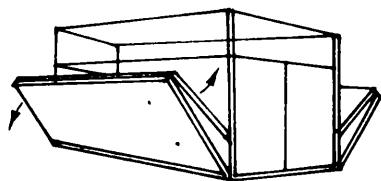
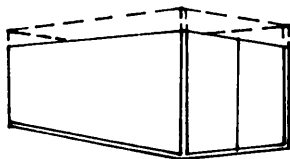
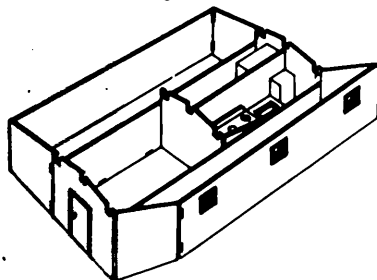
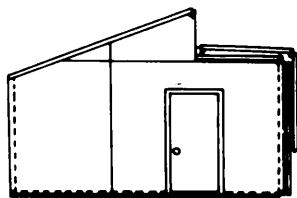
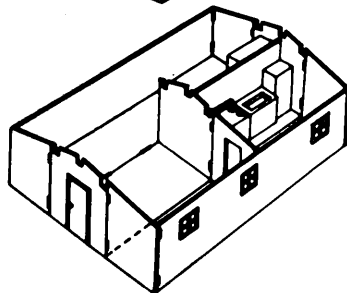
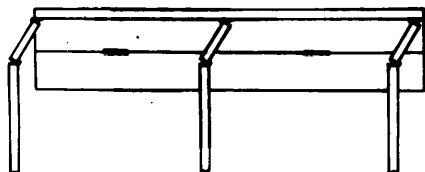
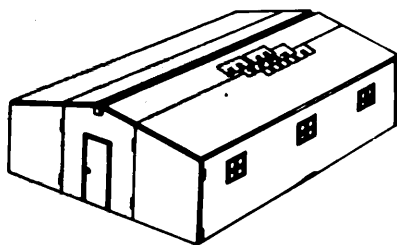
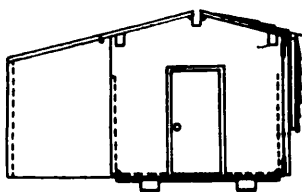
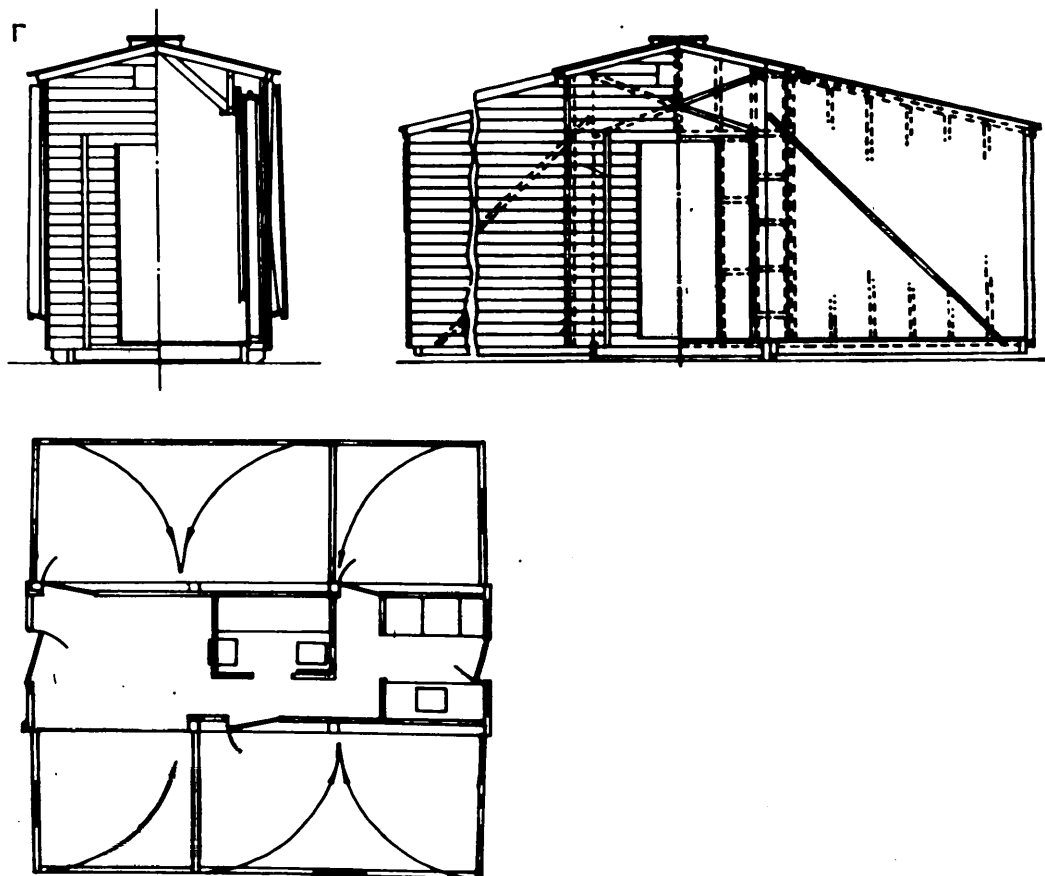


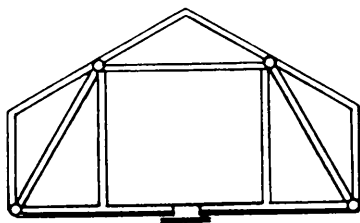
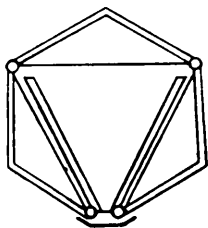
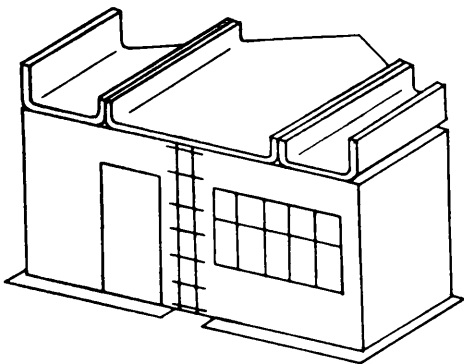
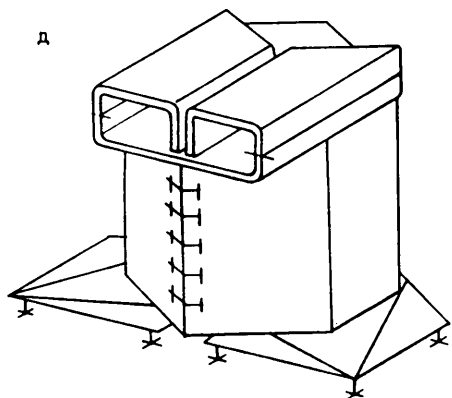
Рис. 103. Передвижные контейнеры с трансформацией по горизонтали
 а — транспортируемое здание с расширением (патент ФРГ № 2 620 689); б — трансформируемый модуль (патент Австрии № 0 077 103); в — складывающийся дом (патент США № 3 402 513); г — проект передвижного складывающегося дома (патент США № 2 780 844); д — складное здание (авт. свид. № 1 076 558, СССР); е — передвижной сборно-разборный комплекс (авт. свид. № 1 057 642, СССР); ж — складное здание (Авт. свид. № 1 010 230)

В

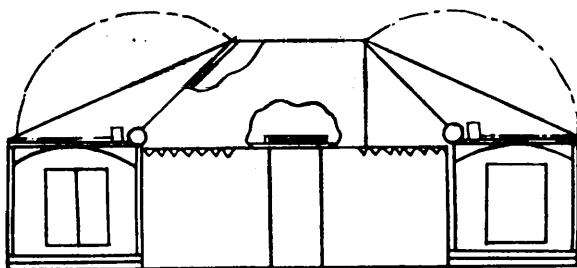
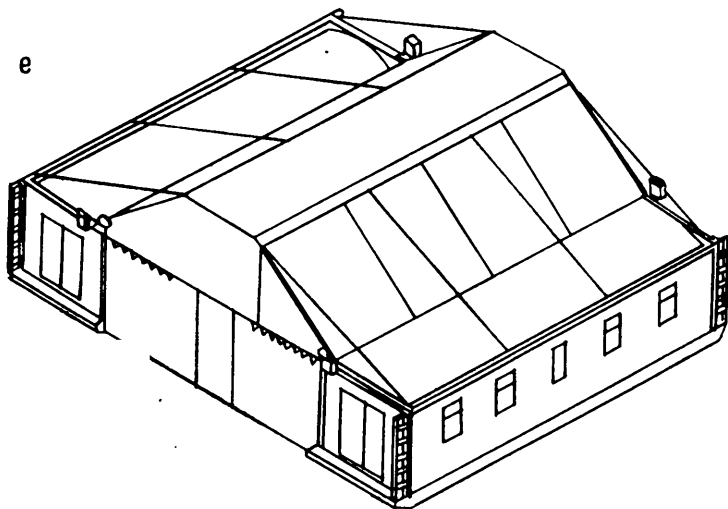




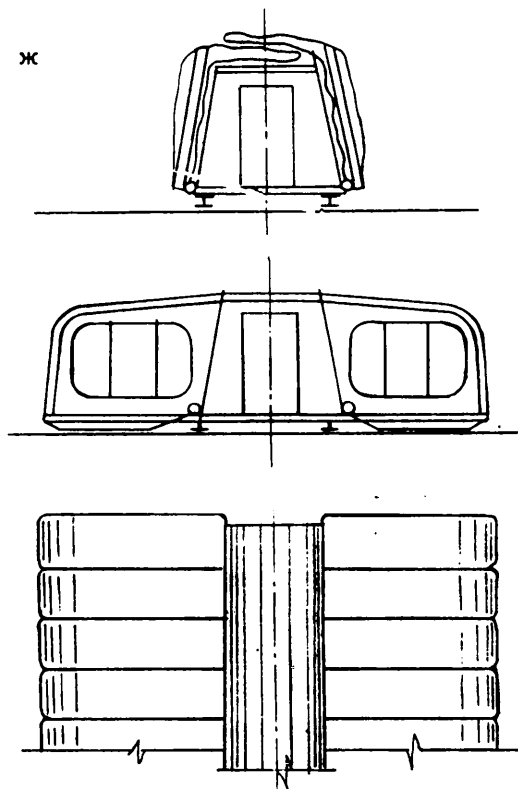
д



е



ж



тектуру прессованным воздухом в качестве строительного материала. В практике до сих пор еще нет зданий, имеющих покрытия из теплого воздуха с использованием воздушного вентилятора как пространственного ограничения. Предлагаются невидимые пространственные покрытия из воздуха, которые путем нажатия кнопки могут закрываться и раскрываться, их прозрачность (а также солнечное освещение) регулируется с помощью смешивания различных материалов. От силы вентилятора зависит и возможность потоком воздуха отводить осадки. Использование этого "энергостроительного" принципа позволяет оптимально реализовать приспособляемое строительство. Однако при реализации этого принципа возникает проблема как звукоизоляции от вентилятора, так и высо-

ких энергетических издержек по борьбе с образованием осадков.

В 1969 г. архитектор Вернер Рунау и художник Е. Кляйн предлагали перекрытие с помощью воздушного вентилятора для защиты от непогоды монастырских руин в Бад Херсфельде для организации театра на открытом воздухе. Система включает фосунку для сжатого воздуха и звукопоглощающее устройство. Машинная станция с вентилятором и камерой для подогрева воздуха до 200° находится под землей. При теплом солнечном излучении к перекрывающей воздушной струе добавляются цветковые субстанции для фильтрации инфракрасных лучей (рис. 119, а).

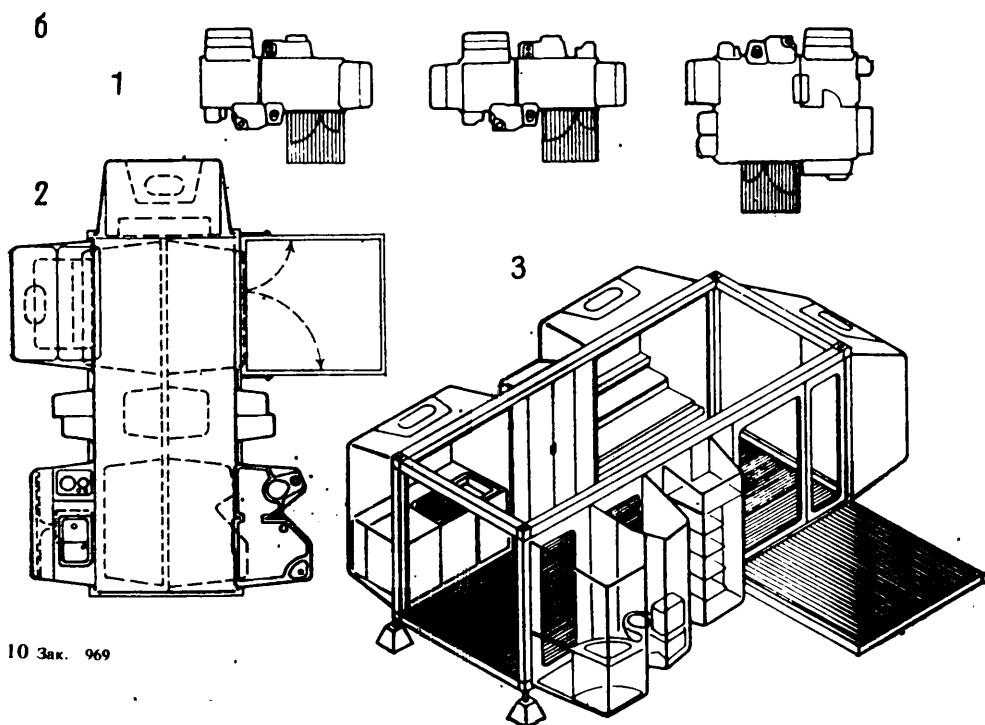
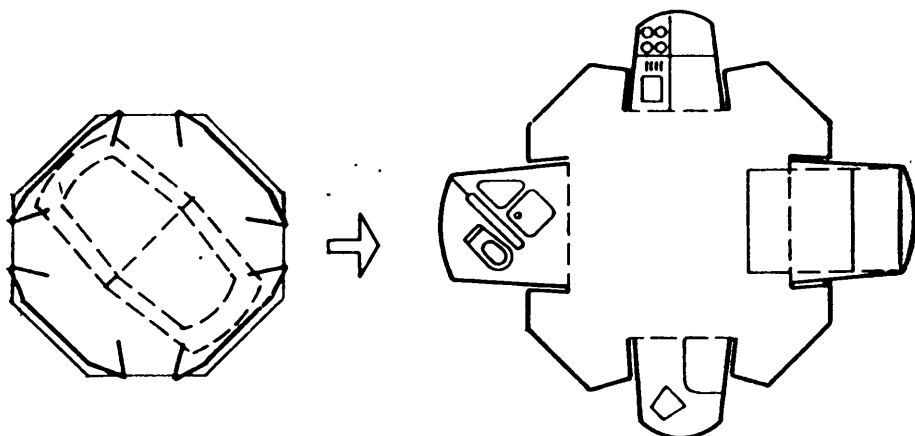
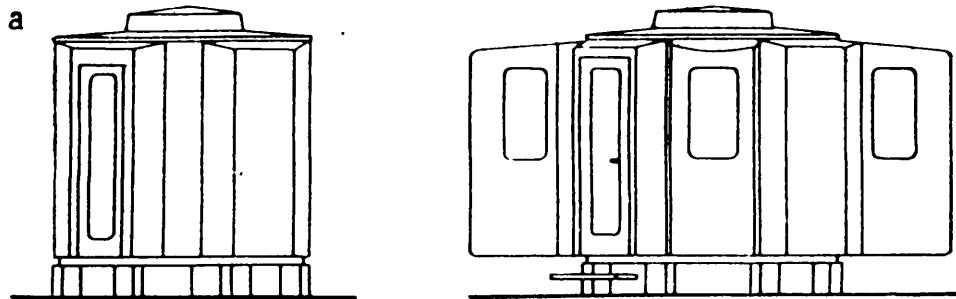
Такой строительный способ применяли позднее Петр Гозринг и Бернхард Эткин для использования в проектах, где воздушная крыша в сочетании с лучевым обогревом служила для перекрытия пешеходных улиц или стадиона (рис. 119, б — 1, 2). По сравнению с пневматическими перекрытиями это предложение имеет большие преимущества: возможность без особых приготовлений сооружать его и убирать. Особенно удобны такие воздушные покрытия для временного использования, например, при катастрофах или на местах строительства, а также для отвода снега (особенно в полярных районах) или для взлетно-посадочных полос с дорогостоящей уборкой снега.

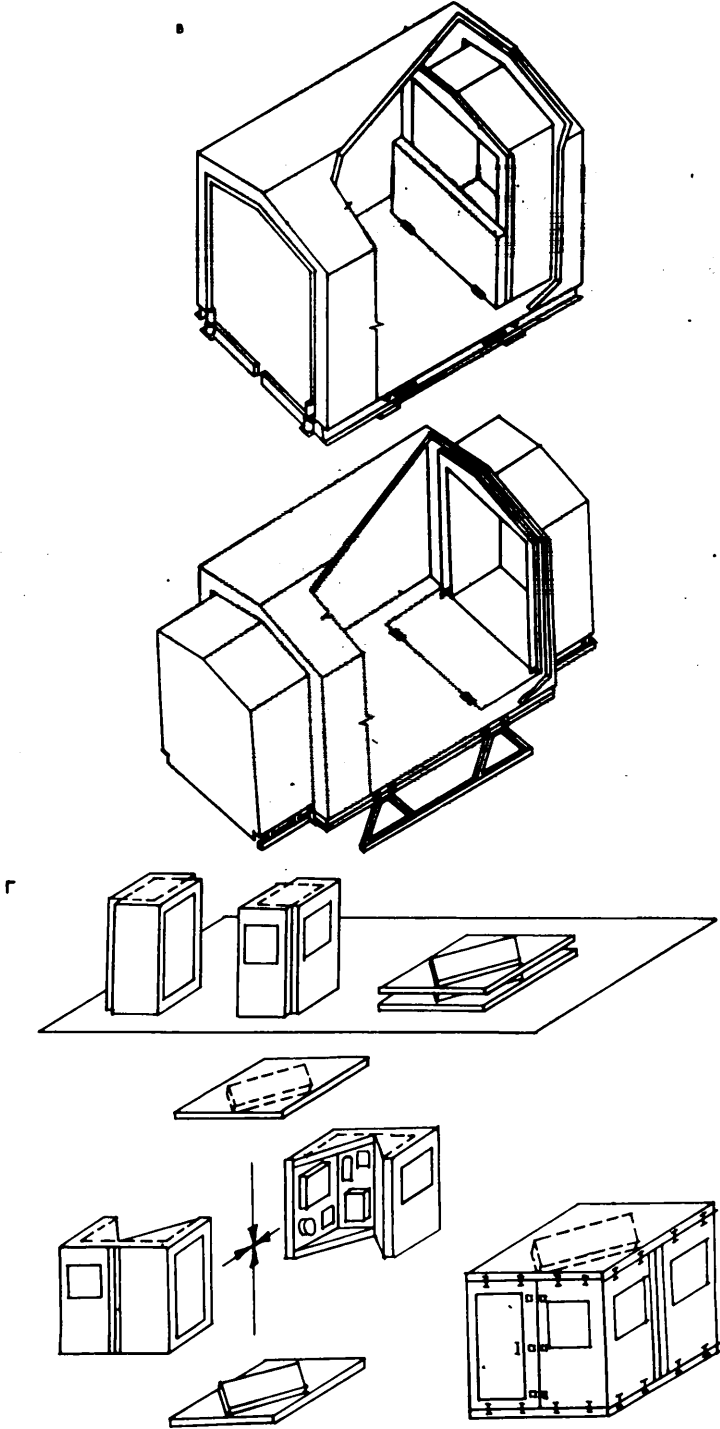
Наряду с этим велись разработки по применению кругового воздушного потока, который при выходе вверх образует замкнутое пространство над стадионом, а капли дождя при попадании на этот поток воздуха будут распыляться, так как наклонный поток и создание вихревых движений будут отклонять дождь (рис. 119, б — 3). Эту идею развивают Б. Эткин и П. Гозринг в проекте

Рис. 104. Передвижные контейнеры с выдвигаемыми секциями

а — транспортируемый дом с расширением (патент ФРГ № 2 641 142); б — трансформирующиеся контейнеры "Тетродон" (патент ФРГ № 2 109 864); варианты: 1 — функци-

ональный блок; 2 — трансформация функциональных блоков; 3 — аксонометрия "Тетродона" в эксплуатации; в — передвижной расширяющийся контейнер (авт. свид. № 509 704, СССР); г — сборно-разборное здание (авт. свид. № 601 364, СССР)





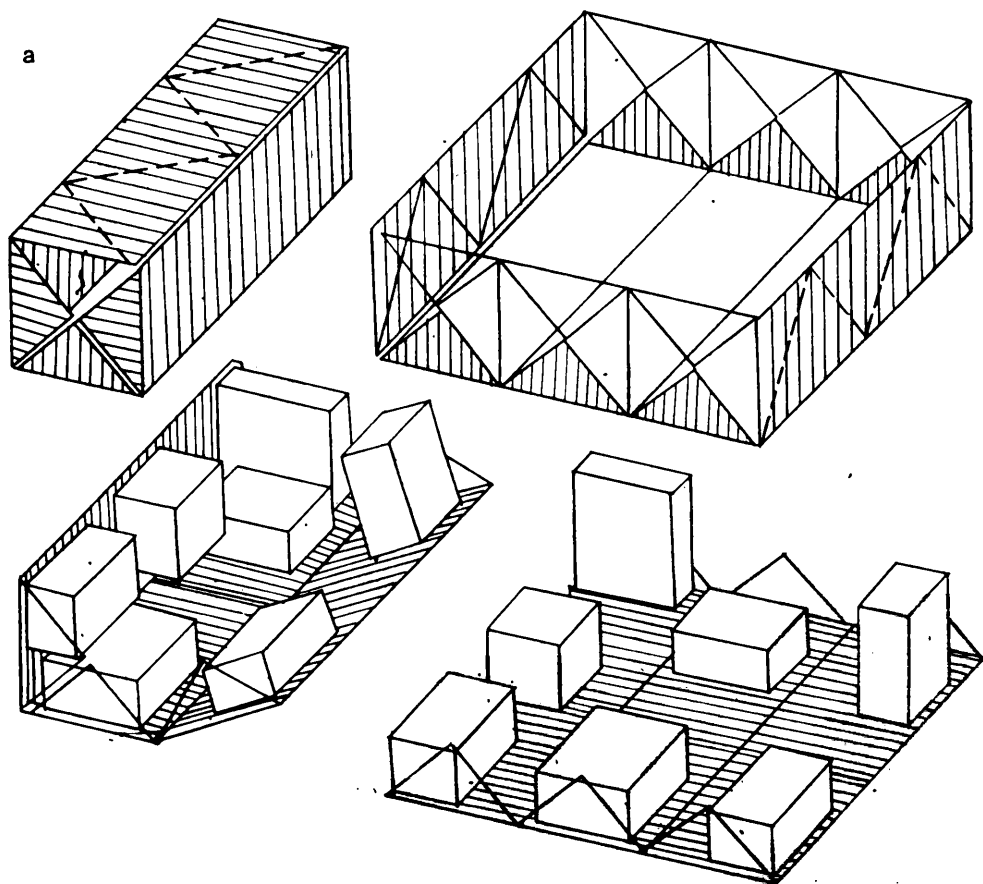
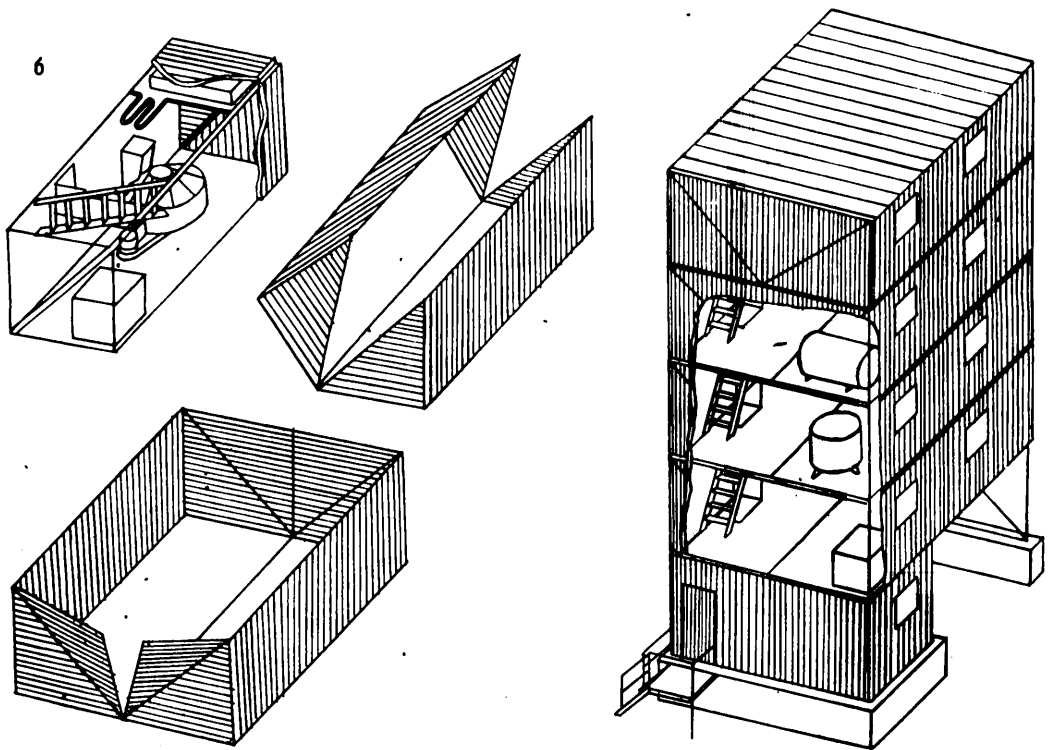


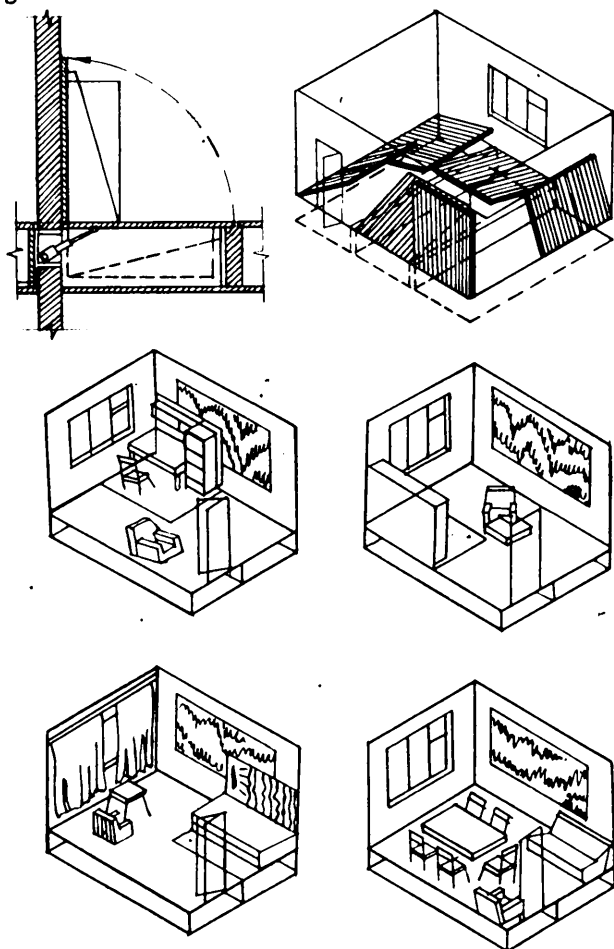
Рис. 105. Передвижные трансформируемые блоки, оснащенные мебелью и оборудованием

а — складной контейнерный блок здания с оборудованием (авт. свид. № 133 355, СССР); б — складной контейнерный блок с вмонтированным промышленным оборудованием (авт. свид. № 1 145 103,

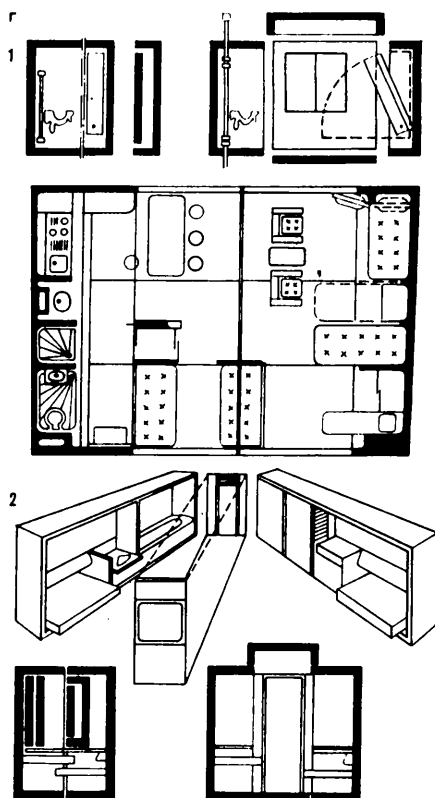
СССР); в — трансформируемое перекрытие здания, оснащенное оборудованием (авт. свид. № 1 270 246, СССР); г — трансформируемые ячейки со встроенным оборудованием: 1 — патент Австрии № 332 060; 2 — патент ФРГ № 1 801 060



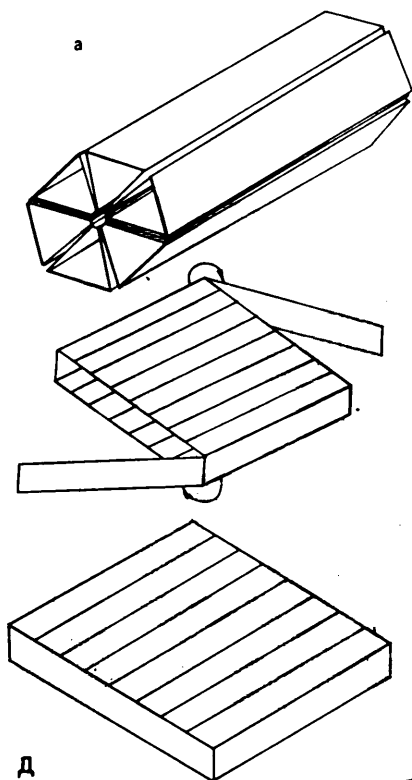
В



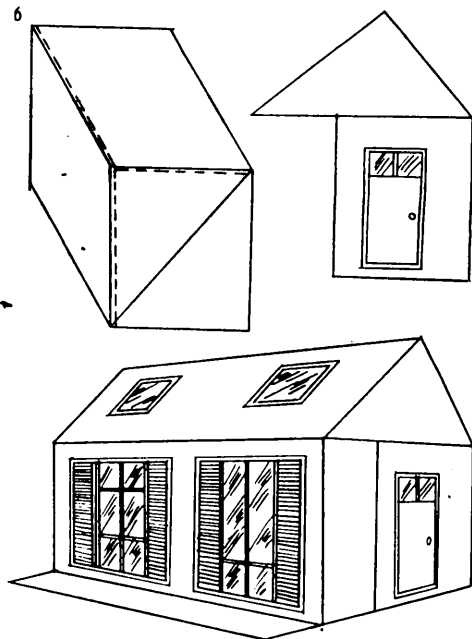
Г



a



b



д

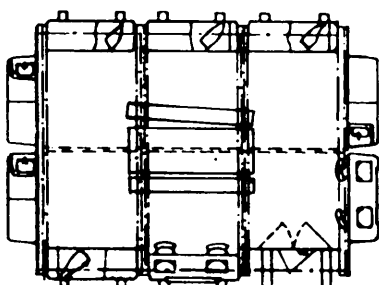
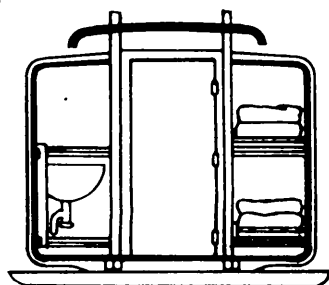
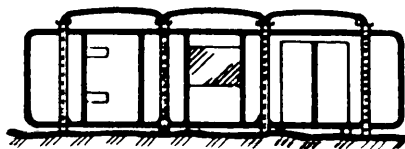
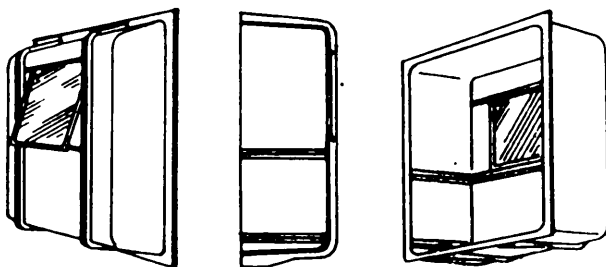
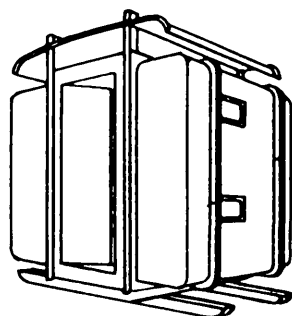
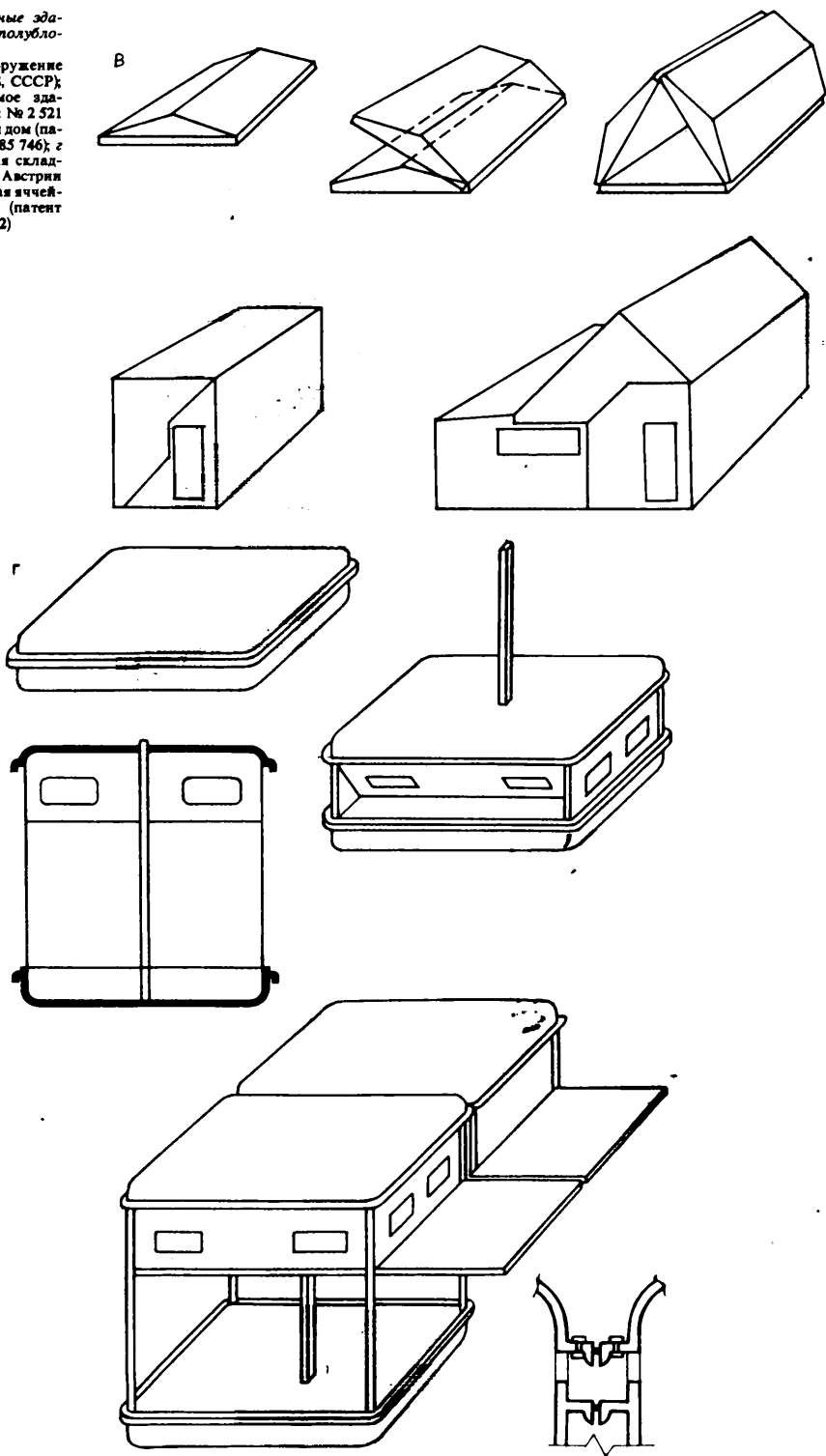
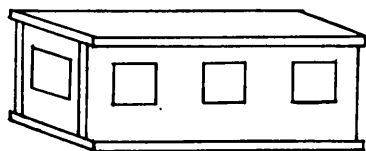
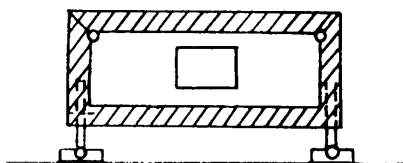
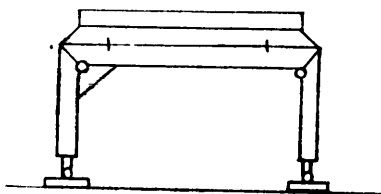
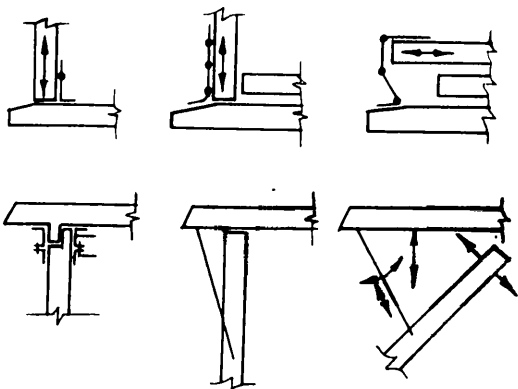
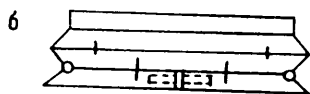
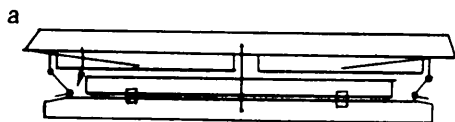
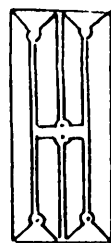
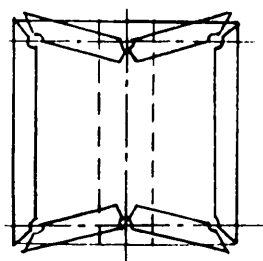
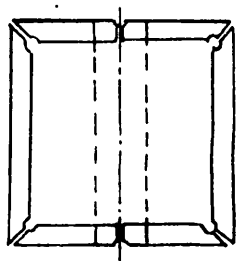
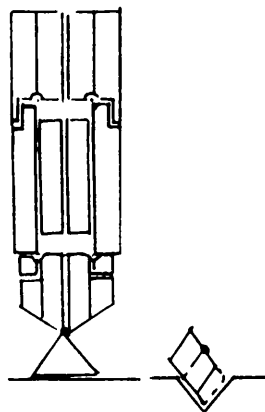
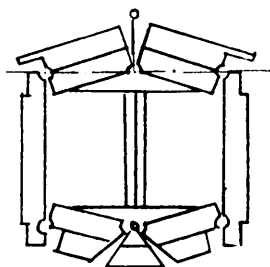
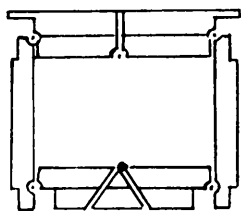


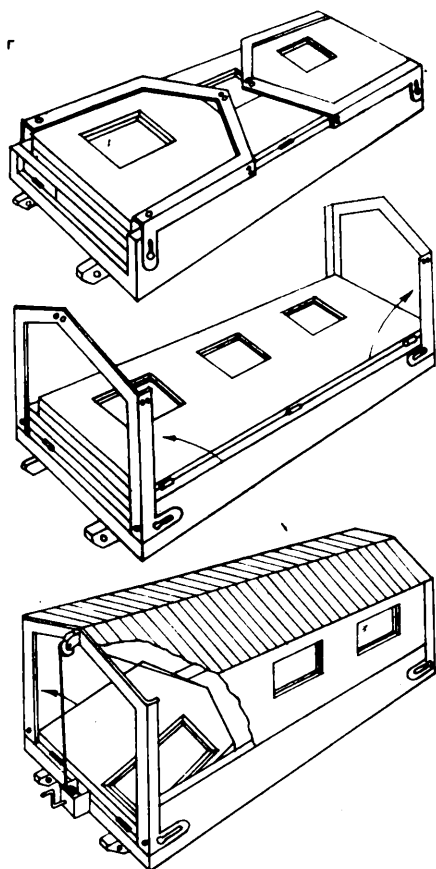
Рис. 106. Передвижные здания, собираемые из полублоков или полусекций
 2 — раздвижное сооружение авт. свид. № 969 018, СССР;
 5 — трансформируемое здание (патент Франции № 2 521 195);
 в — раскладной дом (патент Франции № 2 585 746);
 г — трансформируемая складная ячейка (патент Австрии № 318 860);
 д — жилища из пластика (патент Франции № 1 406 672)





B





Д

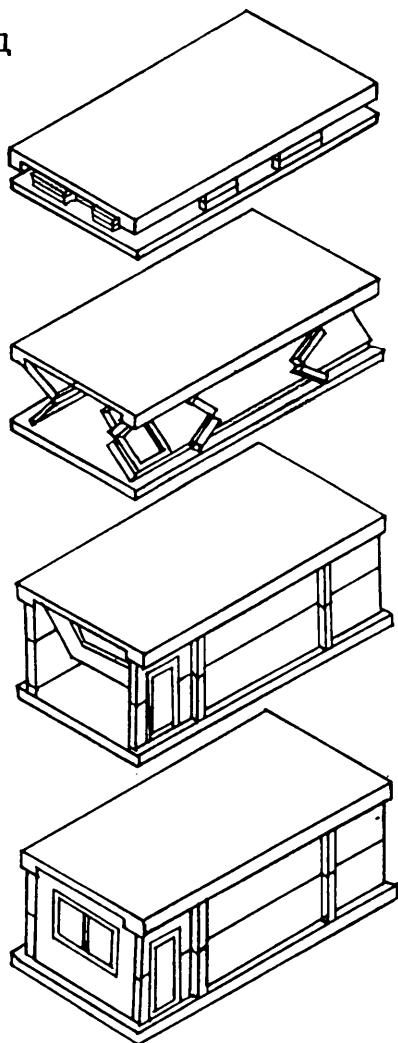
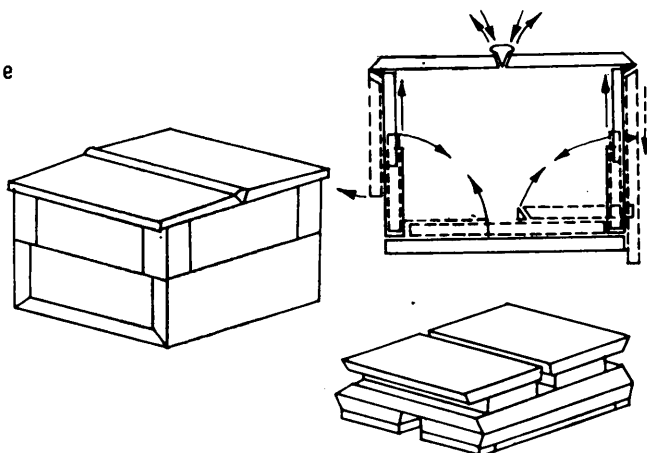
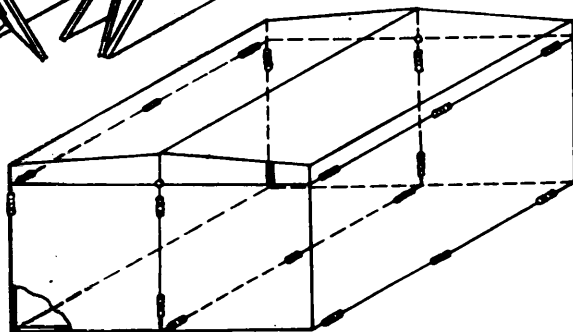
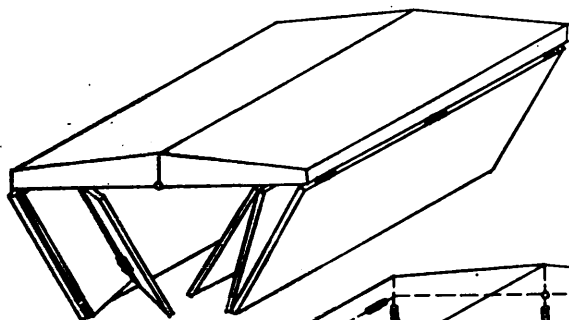
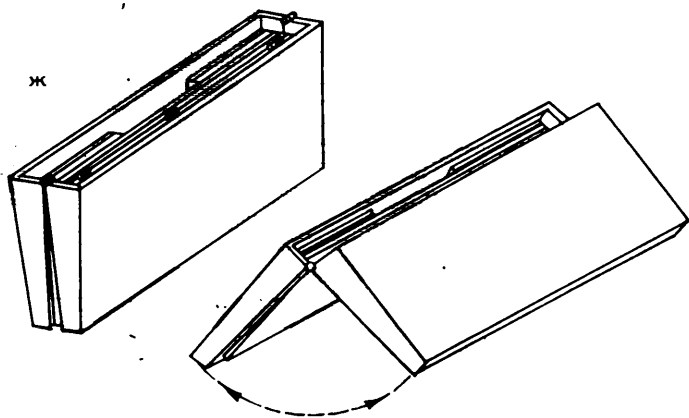


Рис. 107. Кинематические контейнеры-пакеты
 а — контейнер, складываемый в пакет (авт. свид. № 1 198 173, СССР); б — складываемый в пакет блок-здание (авт. свид. № 926 186, СССР); в — трансформируемый объемный блок (авт. свид. № 983 215, СССР); г — складной панельный блок (авт. свид. № 1 176 036, СССР); д — складываемый в пакет блок-здание (авт. свид. № 478 916, СССР); е — двухэтажный блок, складываемый в пакет (авт. свид. № 653 362, СССР); ж — складываемый блок (авт. свид. № 1 076, 557, СССР); з — складываемый в пакет панельный блок (авт. свид. № 759 675, СССР); и — сборно-разборный блок "Север-3" (авт. свид. № 962 491, СССР)

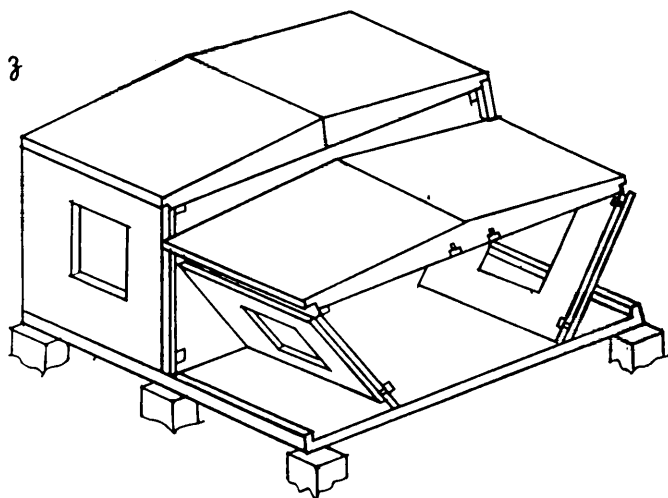
е

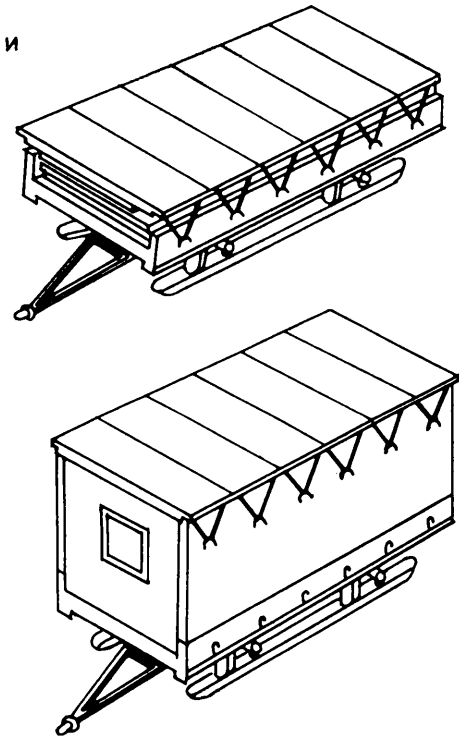


Ж



З





стадиона диаметром 200 м на 55 — 60 тыс. зрителей, с возможностью передвижения зрительских мест в зависимости от вида спортивного мероприятия (рис. 119, б — 4). Такие системы перспективны для использования в зданиях различного назначения и формы плана (треугольные, прямоугольные или квадратные). На практике этот способ был внедрен в экспериментальном проекте (архитекторы Б. Эткин и Р. Лейк) перекрытия над входом в парковый гараж в сквере Сити-Халль в Торонто в 1974 г.

Возможность использования в качестве строительного материала воздушного потока привлекает многих архитекторов и специалистов также и для создания элементов дизайна, мебели и оборудования. Так, известный проект архитектора М. Вебба (группа "Архигрэм") предлагает применение автоматически регулируемых воздушных

струй из пола для создания кровати или кресла (особенно эффективно использование такой "мебели" для ожоговых больных). Этот же архитектор предлагает проект дома-скафандра (проект "Кашикл") со всем необходимым обеспечением, что делает его принципиально сравнимым со скафандром космонавта (рис. 120, а). Управление и трансформация элементов дома-одежды происходят автоматически. Аналогичное минимизированное жилье предложено также в проекте "Сьютелун" (рис. 120, б), где предусмотрено его многофункциональное применение.

Многие проекты, созданные группой "Архигрэм", используют принципы динамической адаптации путем трансформации как элементов мебели, так и целиком здания. В проекте "Жилой кокон" (архит. Д. Грин) пол, спальные места, перегородки, сервисные механизмы капсулы на три-четыре человека являются пневматическими и скрыты в ограждающих конструкциях, управление пневматикой и механизмами автоматическое (рис. 120, в). Такое же управление предусмотрено в проекте "Управляемый дом", где контейнеры, предназначенные для обеспечения жизни, работы и отдыха и снабженные соответствующим оборудованием, перевозятся специальными трейлерами. После доставки они переводятся из транспортного положения в рабочее и могут быть пространственно развиты как по вертикали, так и по горизонтали при помощи гидравлических пневматических и механических устройств (рис. 120, г). Отдельные контейнеры объединяются между собой, составляя сложную пространственную систему, обеспечивающую многоцелевое функционирование. Несмотря на то, что рассмотренные проекты группы "Архигрэм" были предложены сравнительно давно и в свое время широко представлены в архитектурной прессе, по оригинальности и смелости мысли они не потеряли актуальности и являются яркими примерами рассматриваемой проблемы.

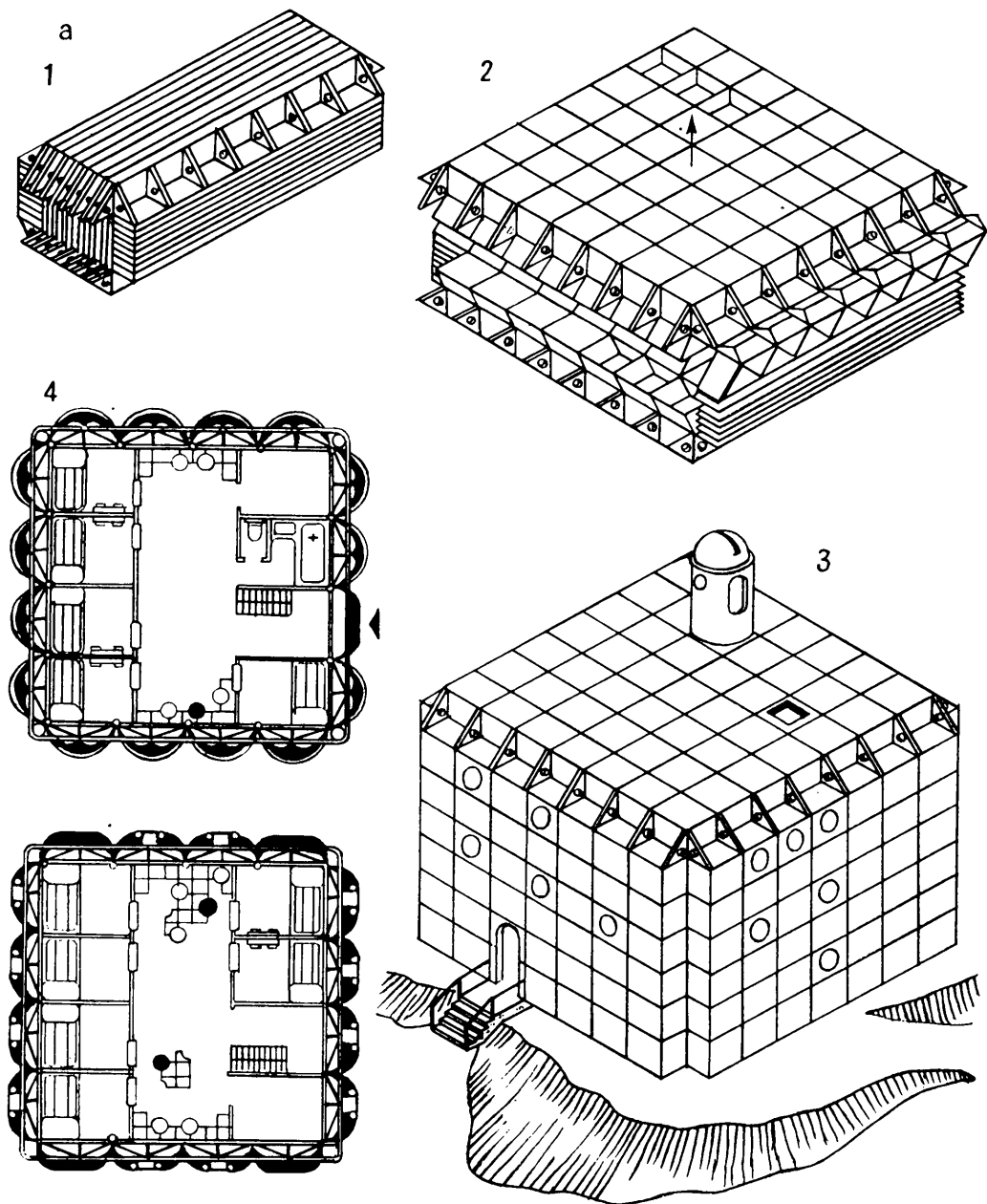


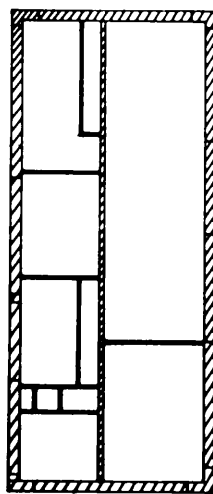
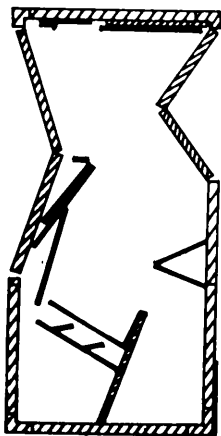
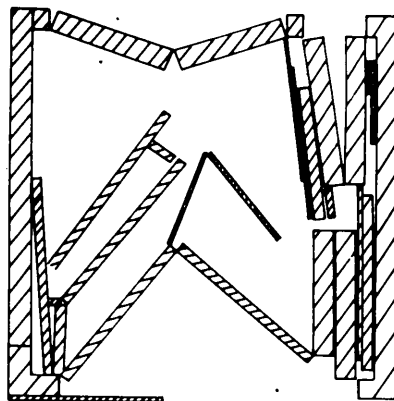
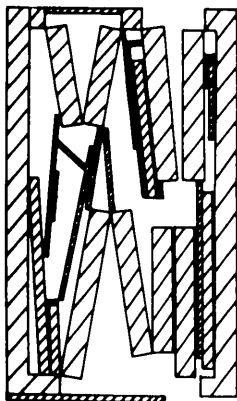
Рис. 108. Кинематические здания, складываемые в пакет: 1 — многократно складываемая конструкция (авт. свид. № 434 159, СССР, МАРХИ,

при участии автора); 2 — транспортируемый пакет; 3 — пакет в момент раскладки; 4 — остова сооружения в рабочем состоянии; 5 — планы; 6 — трансформируемое здание

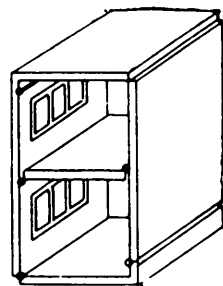
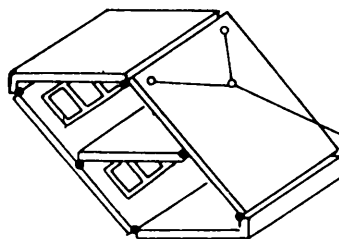
для жилья (патент Франции № 1 440 409); 6 — складной передвижной дом (авт. свид. № 574 508, СибЗНИИЭП, СССР); 7 — складное здание (авт. свид. № 1 147 750 и № 1

214 876, СССР); 8 — складные здания: 1 — патент США № 4 118 901; 2 — патент США № 3 984 948; 3 — переносной складной дом (патент США № 2 701 038)

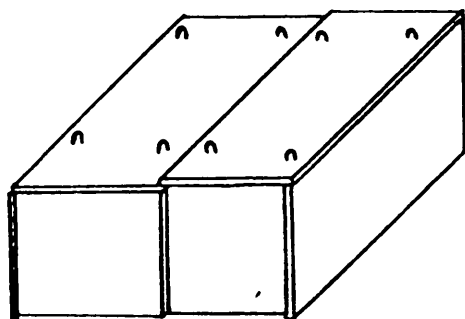
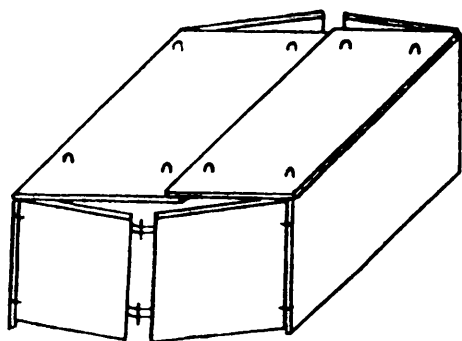
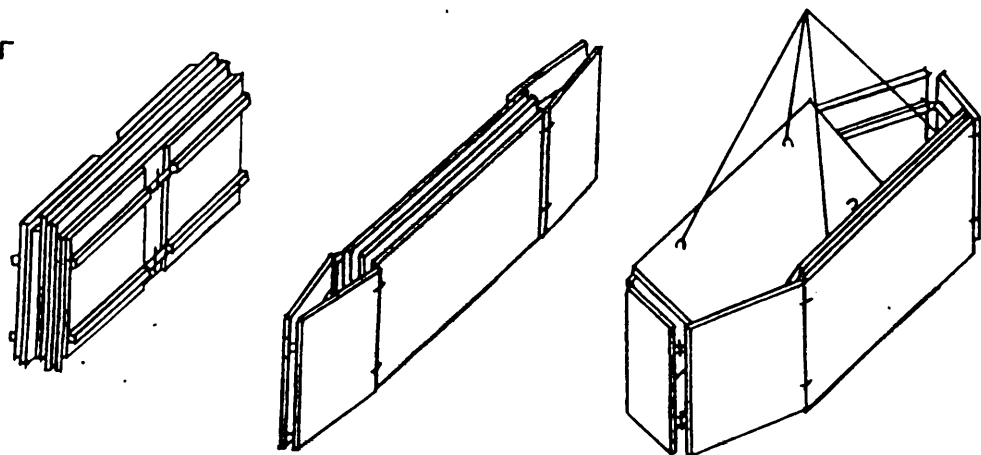
6



B

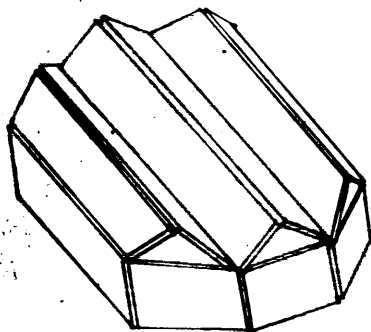
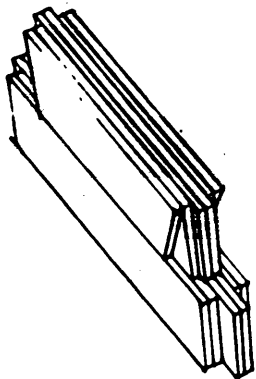


Г

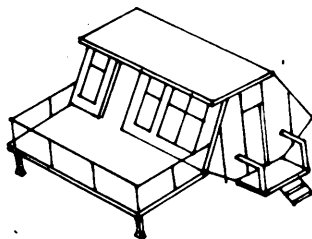
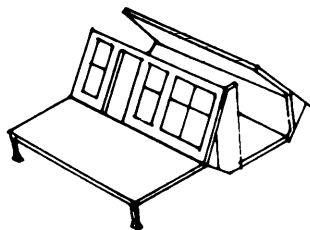
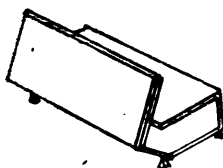
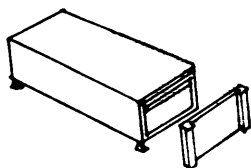


д

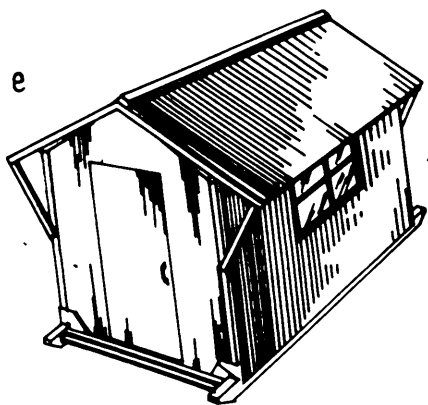
1



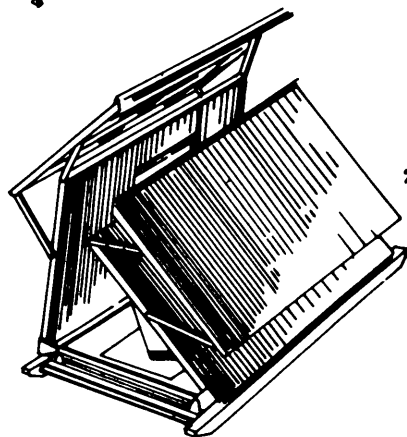
2



е



3.



2.



1.

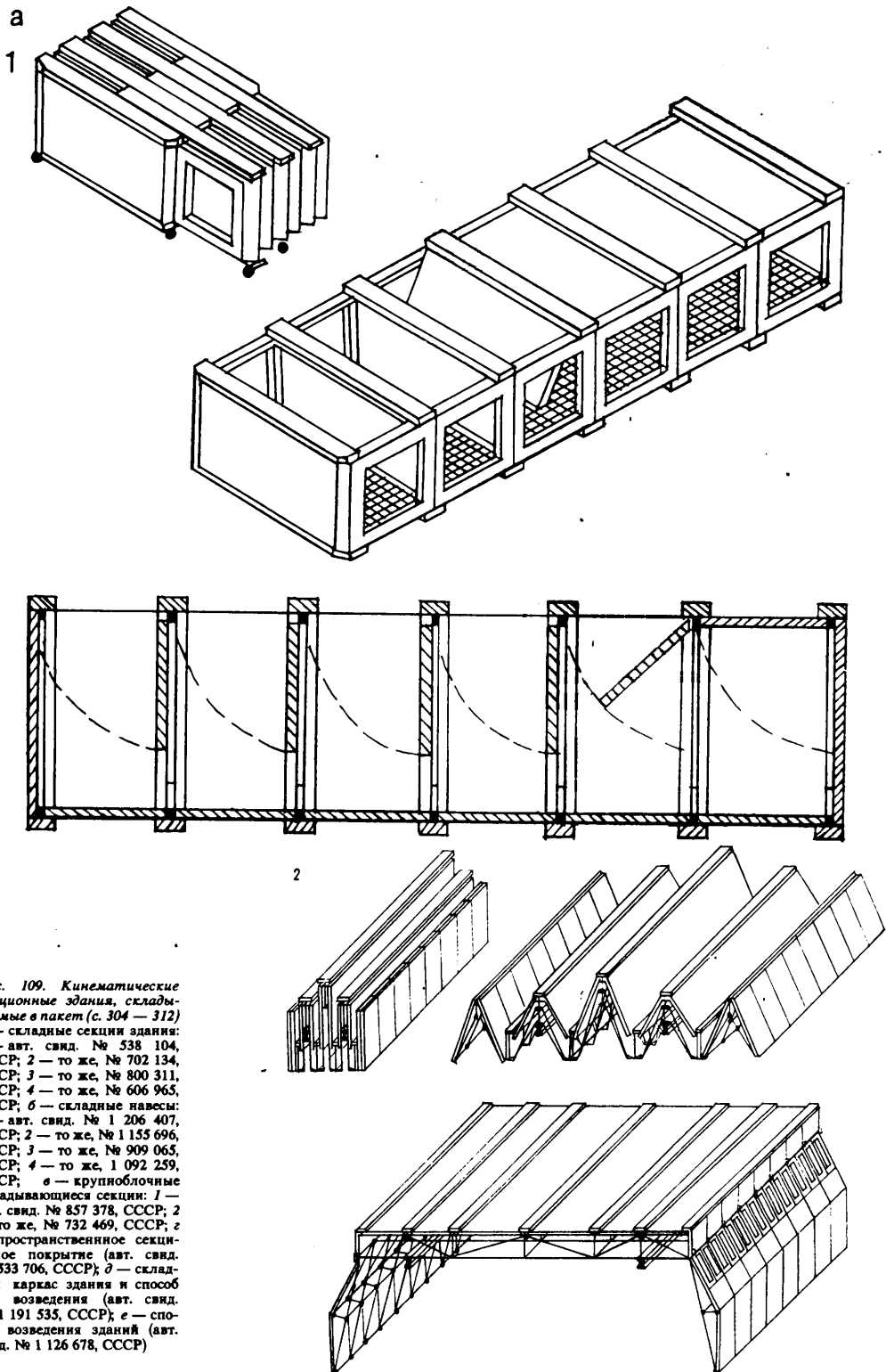
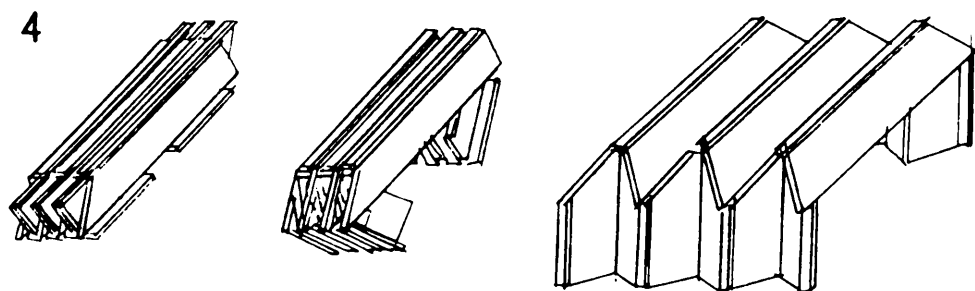
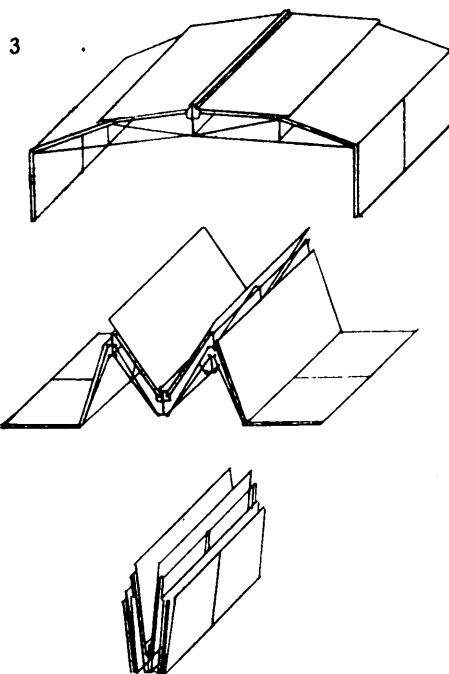
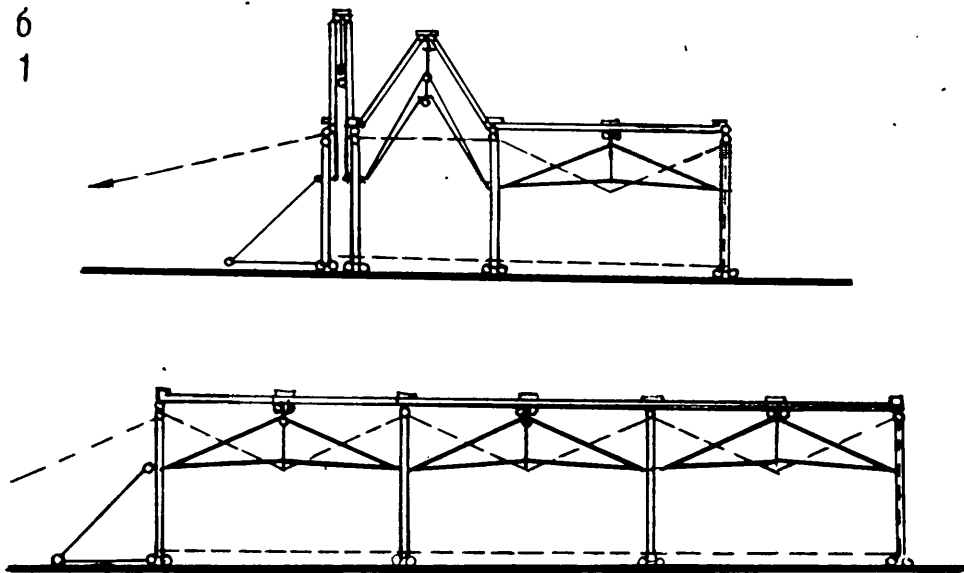


Рис. 109. Кинематические секционные здания, складываемые в пакет (с. 304 — 312)
 а — складные секции здания: 1 — авт. свид. № 538 104, СССР; 2 — то же, № 702 134, СССР; 3 — то же, № 800 311, СССР; 4 — то же, № 606 965, СССР; б — складные навесы: 1 — авт. свид. № 1 206 407, СССР; 2 — то же, № 1 155 696, СССР; 3 — то же, № 909 065, СССР; 4 — то же, 1 092 259, СССР; в — крупноблочные складывающиеся секции: 1 — авт. свид. № 857 378, СССР; 2 — то же, № 732 469, СССР; г — пространственное секционное покрытие (авт. свид. № 533 706, СССР); д — складной каркас здания и способ его возведения (авт. свид. № 1 191 535, СССР); е — способ возведения зданий (авт. свид. № 1 126 678, СССР)

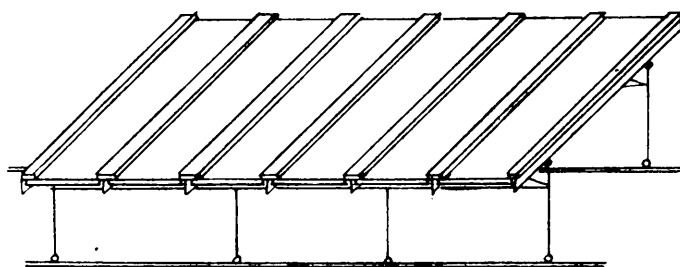
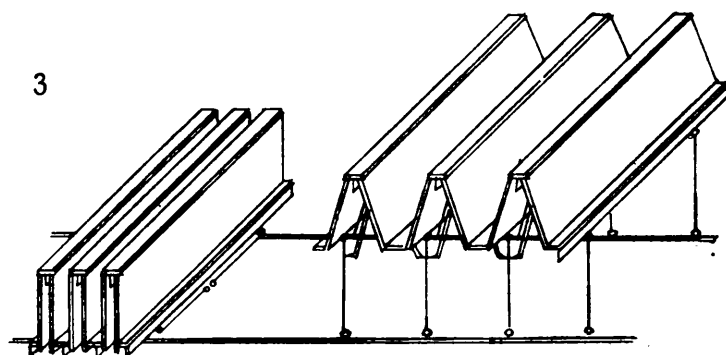
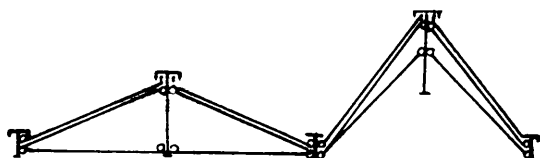
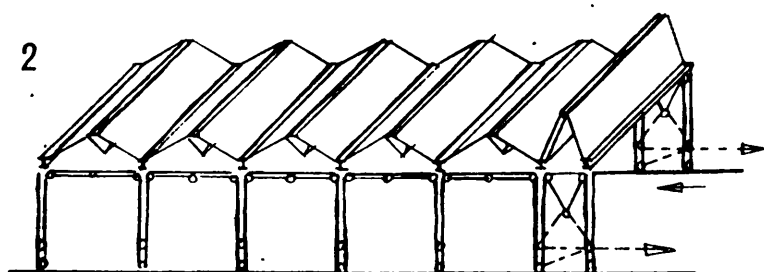


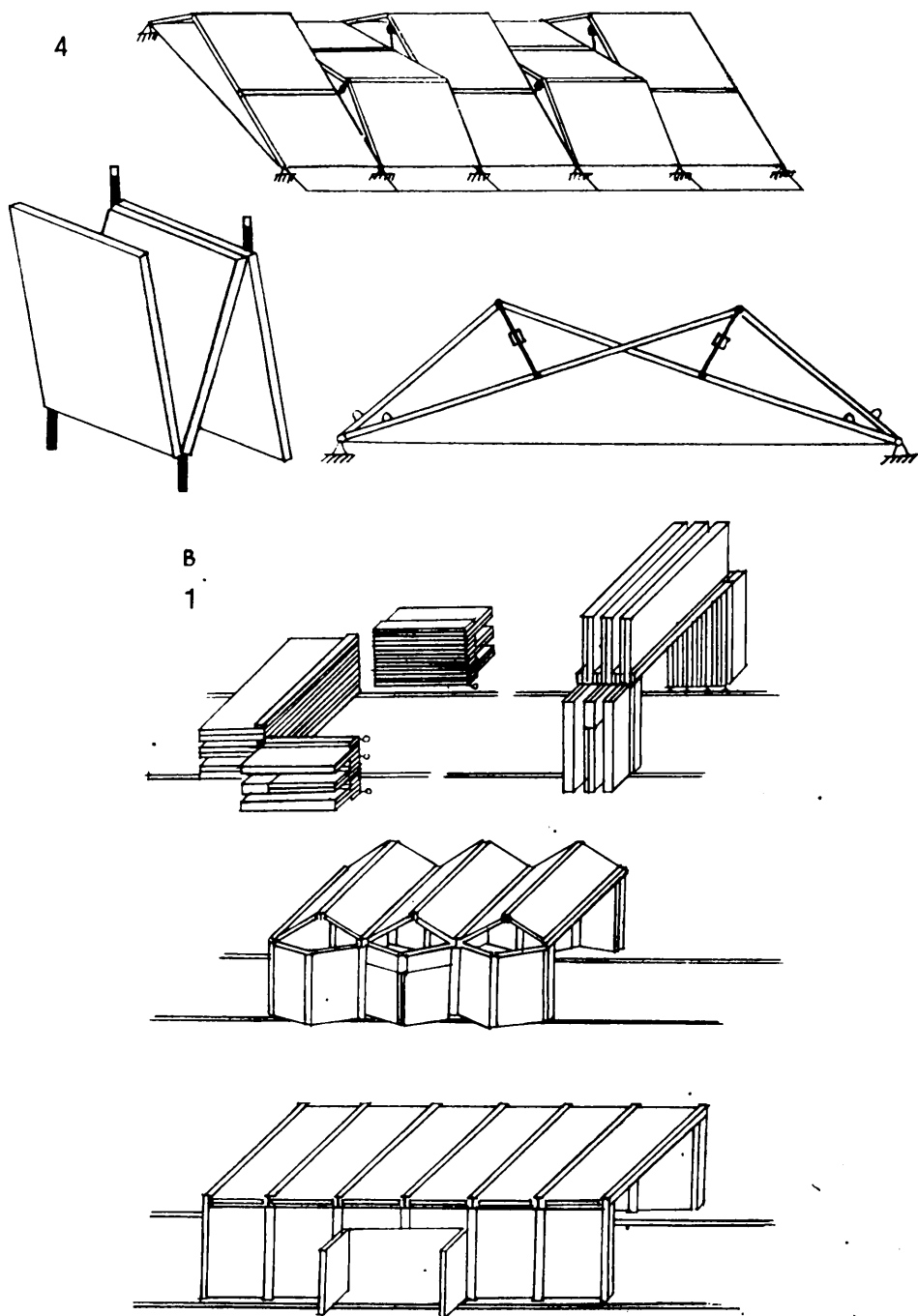


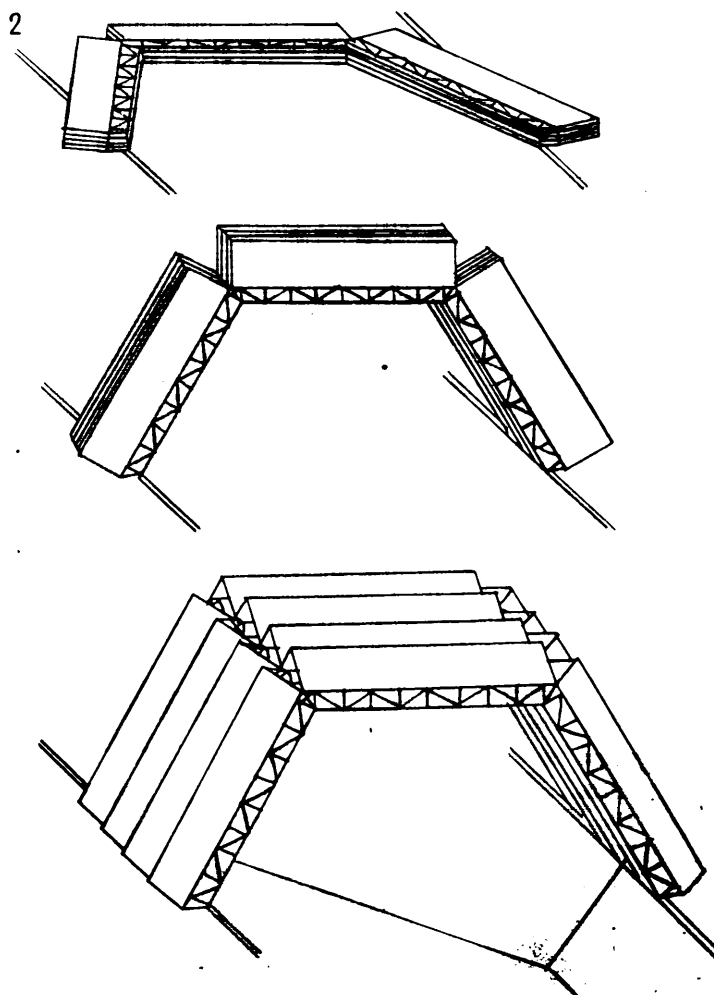
Внимание архитекторов и специалистов к применению принципов динамической адаптации привлекает проблема адаптации человека к архитектурным объектам, а также проблема его психологической изоляции от отрицательных факторов среды обитания. В связи с этим появилось так называемое течение "архитектуры расслабления". Эта интересная проблема в 70-е г. была широко рассмотрена в специальной литературе и давала много precedентов ее решения с использованием принципов динамической адаптации (рис. 121). Проект "Вилла Роза" (группа Кооп Химмельблау, 1969 г.) представляет пневматическое разреженное помещение с вращающейся кушеткой, прикрепленное к структуре из стальных труб, оно пульсирует, в нем изменяются свет, звук и запах (рис. 121, а). Аналогичен проект "Желтое сердце" (группа Хаус-Рукер-К°, 1968 г.). Помещения, выполненные из ПВХ-пленки, могут увеличиваться и уменьшаться в ритмических закономерностях изменения формы благодаря соответствующим распределительным механизмам воздушных агрегатов (рис. 121, б). Проект "Пневмокосм", выполненный той же группой в 1967 г., предлагает ис-

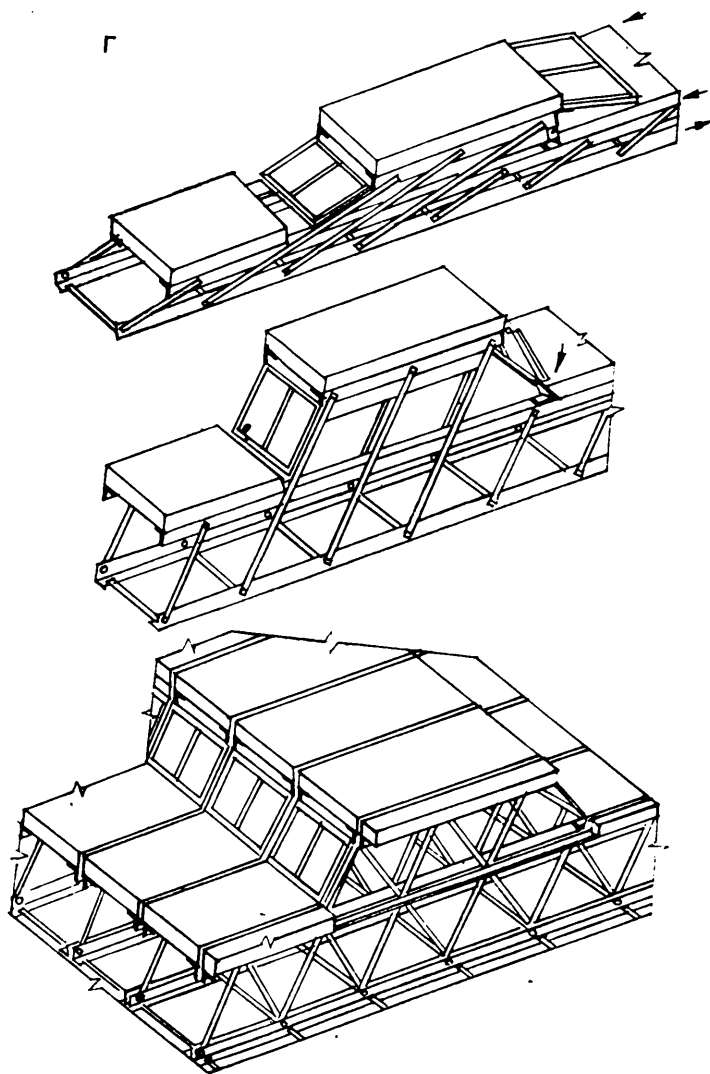
пользование пневматической жилой ячейки в измерении города, что позволяет решать ряд возникающих психологических проблем. В качестве пластичного материала ячейки диаметром 7 м предполагается прозрачная и высокопрочная ПВХ-пленка (рис. 121, в).

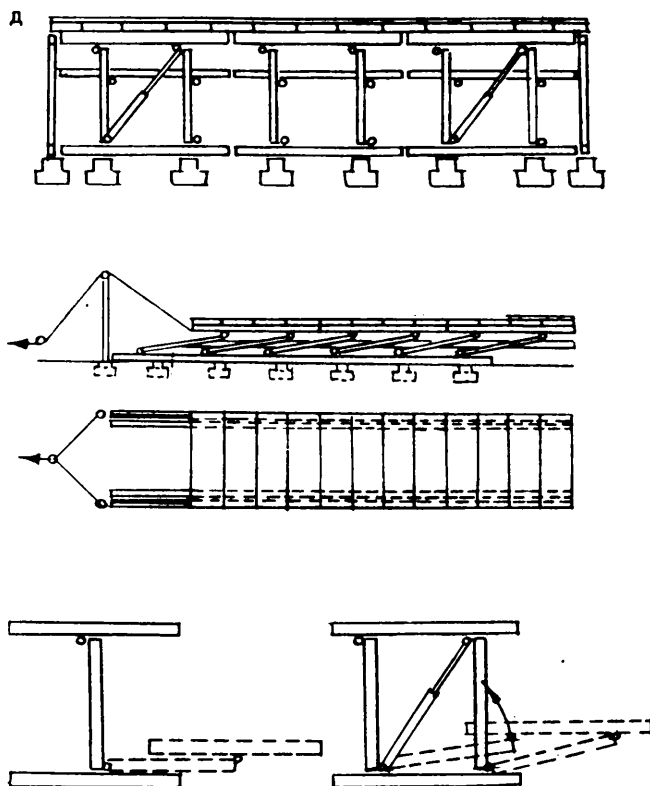
Как альтернативная модель временного жилища для двух человек разработан проект "Пузырь" (фирма "Системы будущего", архитекторы Я. Каплички и Д. Никсон, 1983 г.). Основной конструкцией его служит надувная прозрачная сферическая оболочка, верхняя часть которой покрыта алюминиевым слоем (для уменьшения солнечного перегрева и для частичного затенения). Конструкция пола перекрытия держится на алюминиевых радиальных фермах и на четырех тросах, прикрепленных к земле. Доступ к жилищу осуществляется по легкому металлическому мостику, а эвакуационный выход — с помощью развешивающегося мостика. Внутри оболочки предусмотрены все необходимые удобства (санузел, душ) и зона отдыха. Полное затемнение осуществляется за счет поворачивающейся и трансформируемой телескопической мачты с зонтом, установленной на цен-











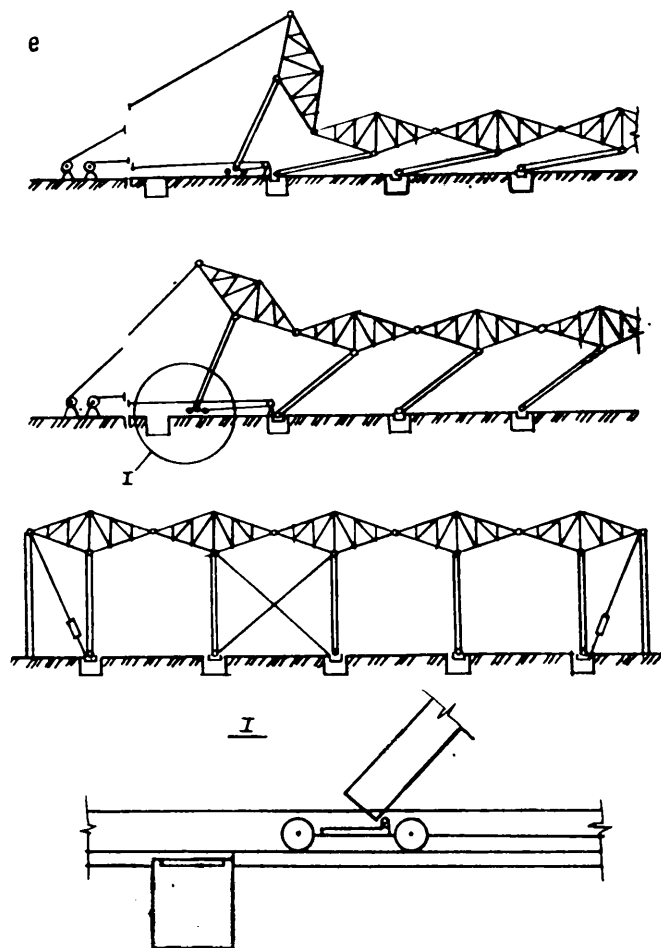
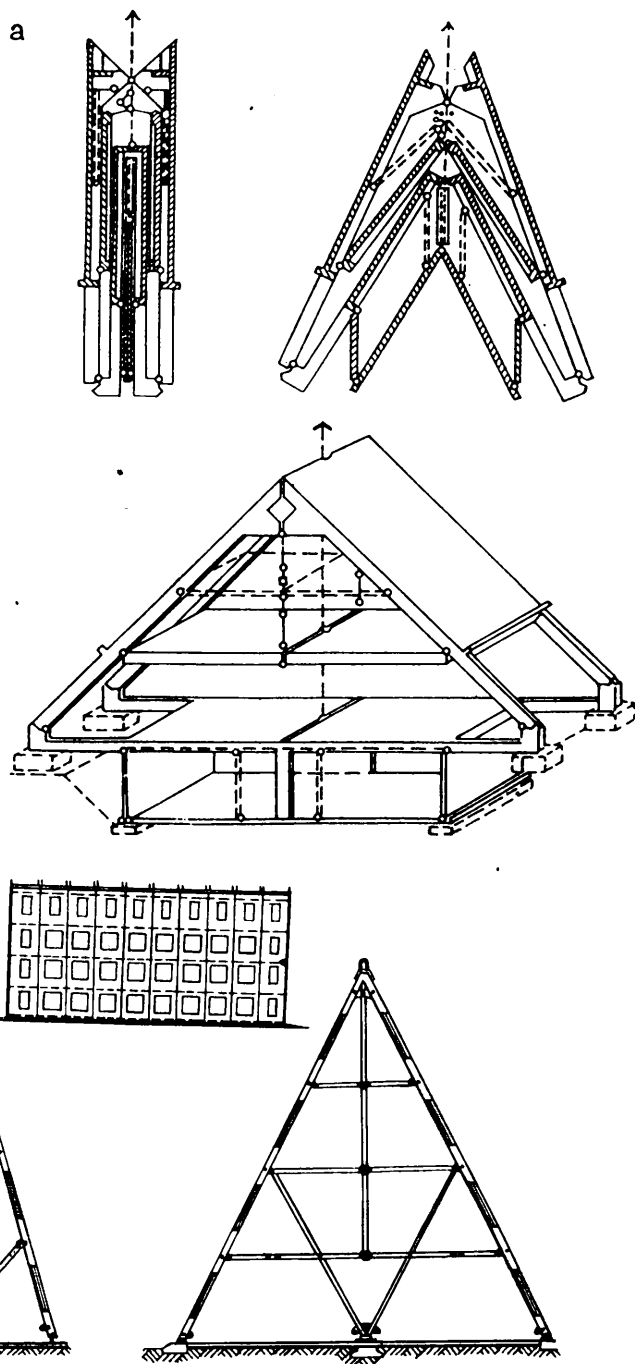
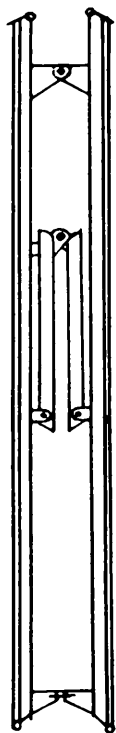
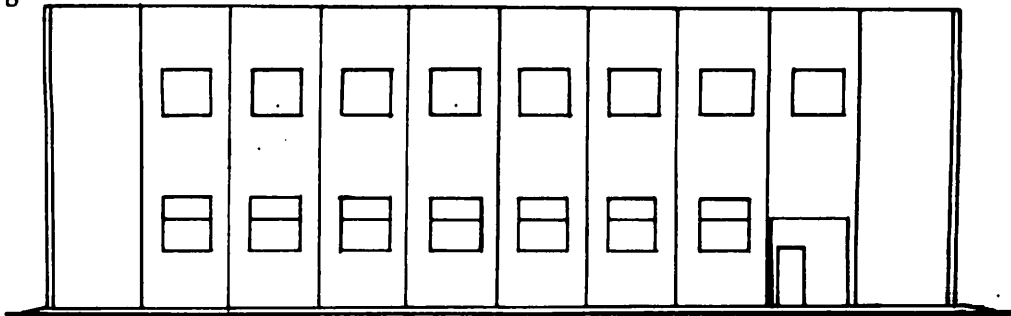


Рис. 110. Складывающиеся в пакет здания шатрового и сводчатого типа

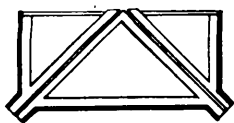
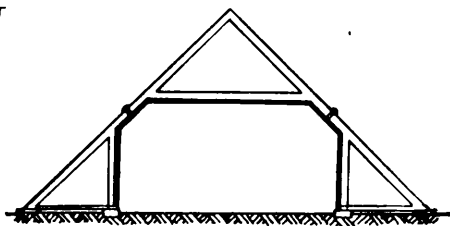
а — трансформирующиеся здания (патент ФРГ № 2 655 677); б — складываемое здание шатрового типа (авт. свид. № 1 040 072, СССР); в — то же, № 687 204, СССР; г — секция складной пространственной конструкции шатрового типа (авт. свид. № 916 684); д — секция складного здания шатрового типа (авт. свид. № 910 960, СССР); е — сборно-разборное сводчатое сооружение (авт. свид. № 1 308 725, СССР); ж — сборно-разборное здание (авт. свид. № 889 810, СССР); з — складывающееся здание (патент США № 1 406 033)



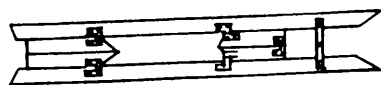
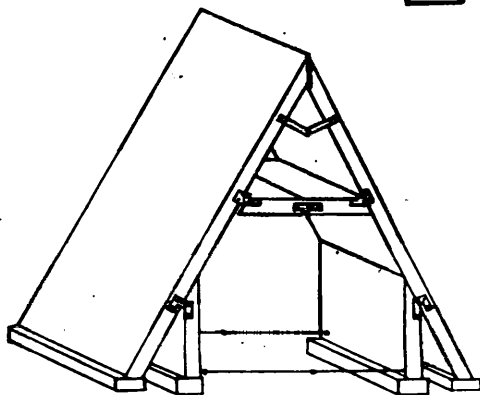
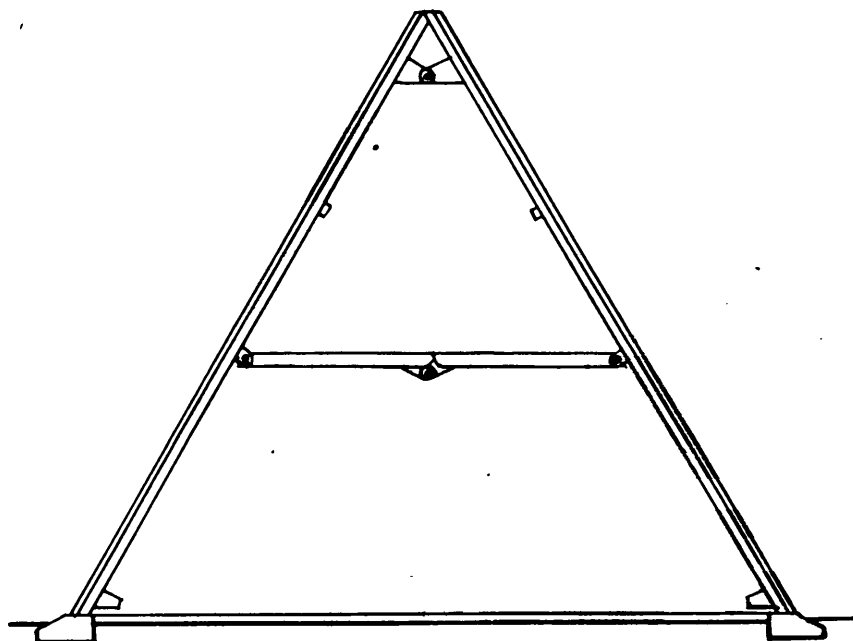
В



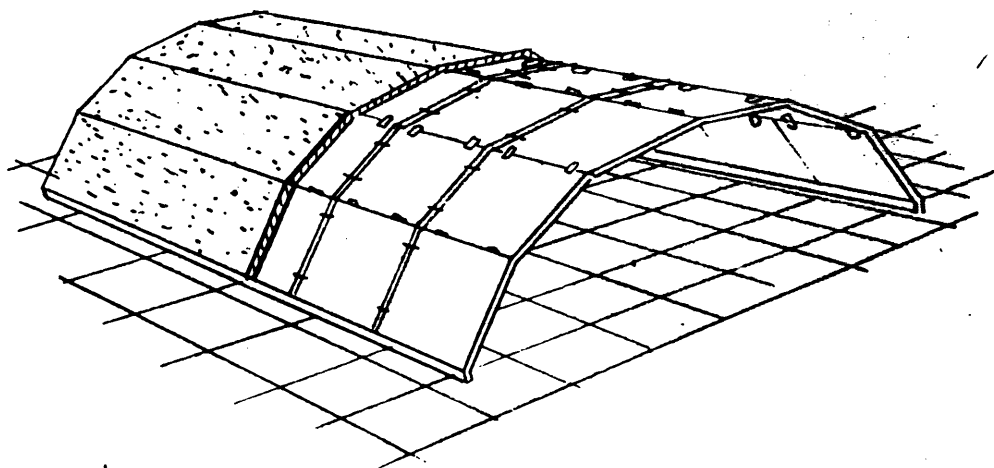
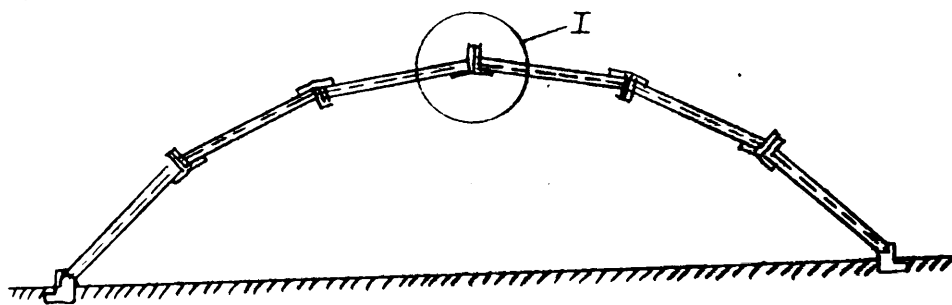
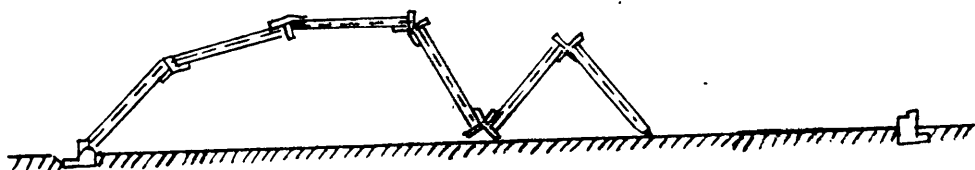
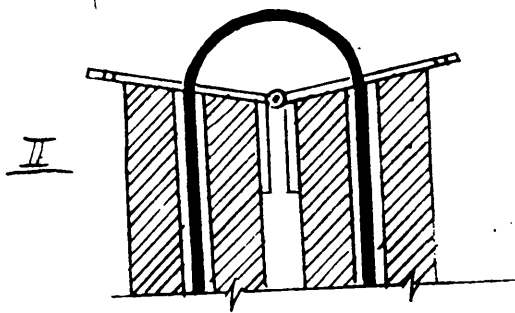
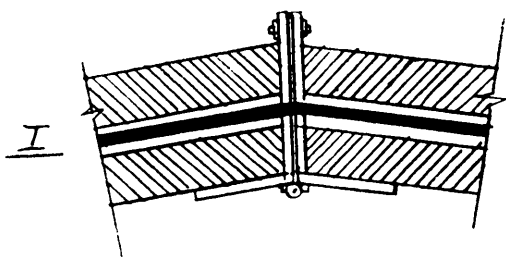
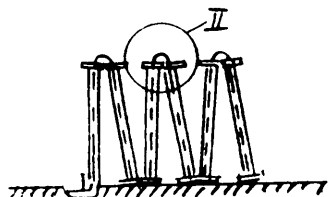
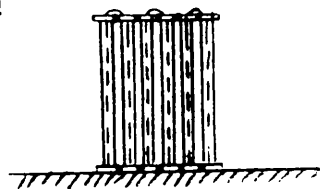
Г

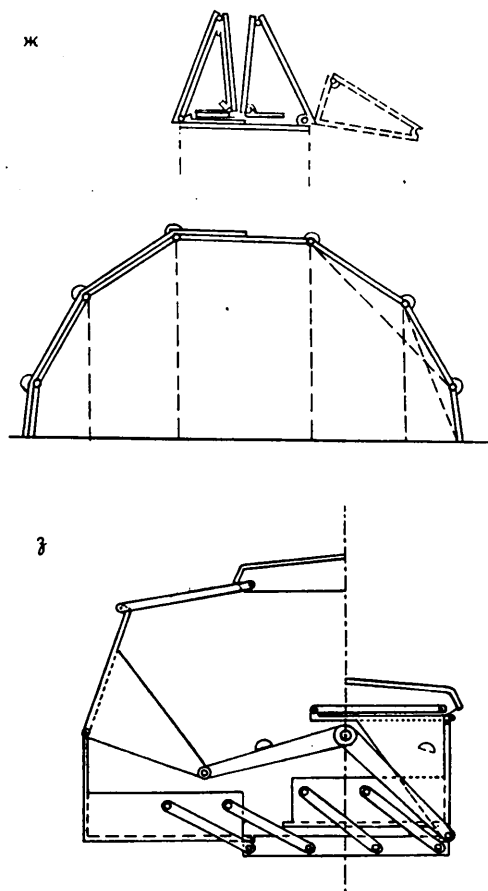


Д



e





тральном объеме здания (рис. 121, з).

Принципы динамической адаптации архитектурных объектов применяются даже в таких уникальных случаях, как сакраментальные мероприятия, которые происходят периодически через определенные промежутки времени. Для этих целей используют ритуальные монументы, которые специально возводятся для таких случаев, а затем уничтожаются (сгорают, разносятся паломниками и т. д.) или демонтируются до следующего события или праздника. Рассмотрим четыре примера, характеризующие разномасштабность таких сооружений и их многоплановость в конструктивных решениях (рис. 122).

Монумент "Колонна", ежегодно строящийся 31 июля на острове Ното в Оцуцуми-Сай, представляет собой вертикальное сооружение, вокруг которого танцуют, проводят ритуальные мероприятия, затем его поджигают и превращают в "огненную колонну" (рис. 122, а).

Во время праздника "Три горы" в Химайи (Япония), проводимого в течение недели один раз в 21 год, возводят три пневматических цилиндра Тзуки-Яма (построенная гора), олицетворяющих три горы, с расписанными под японский ландшафт вертикальными стенами и принадлежащими им емкостями-сундуками (рис. 122, б).

Монумент "Шалаш" ежегодно 22 октября в Ешикава, около Окаямы (Япония) плетется в переднем дворе фермерских домов, а 27 октября его части состыковываются друг с другом, образуя горку, которой люди "доверяют" свою судьбу или "загадывают" желания (рис. 122, в).

Монумент "Кратер" представляет собой колоссальные воронки, которые воздвигаются из рисовой соломы и бамбука около Сагитхо ежегодно 14 января снаружи Кихосо-храма в Нара-префектуре, а затем вечером поджигаются (рис. 122, г).

Сакраментальное использование изменяемых быстровозводимых зданий и сооружений совершенно необходимо при решении проблемы организации и проведении обрядовых мероприятий, связанных с паломничеством в священную Мекку. Этой проблеме посвящено немало исследований, имеется и много предложений архитекторов и специалистов. В результате были разработаны принципы проектирования лагерей для пилигримов, типы палаток и проведены расчеты вместимости и планировочной организации для жилых и общественных зданий и сооружений (рис. 123). В 1974 г. был проведен международный конкурс "Поселения для пребывания пилигримов", в котором принимали участие такие архитекторы, как Фрей Отто и Рольф Гутброд (Германия), Поль Рудольф (США), Кензо Танге (Япония)

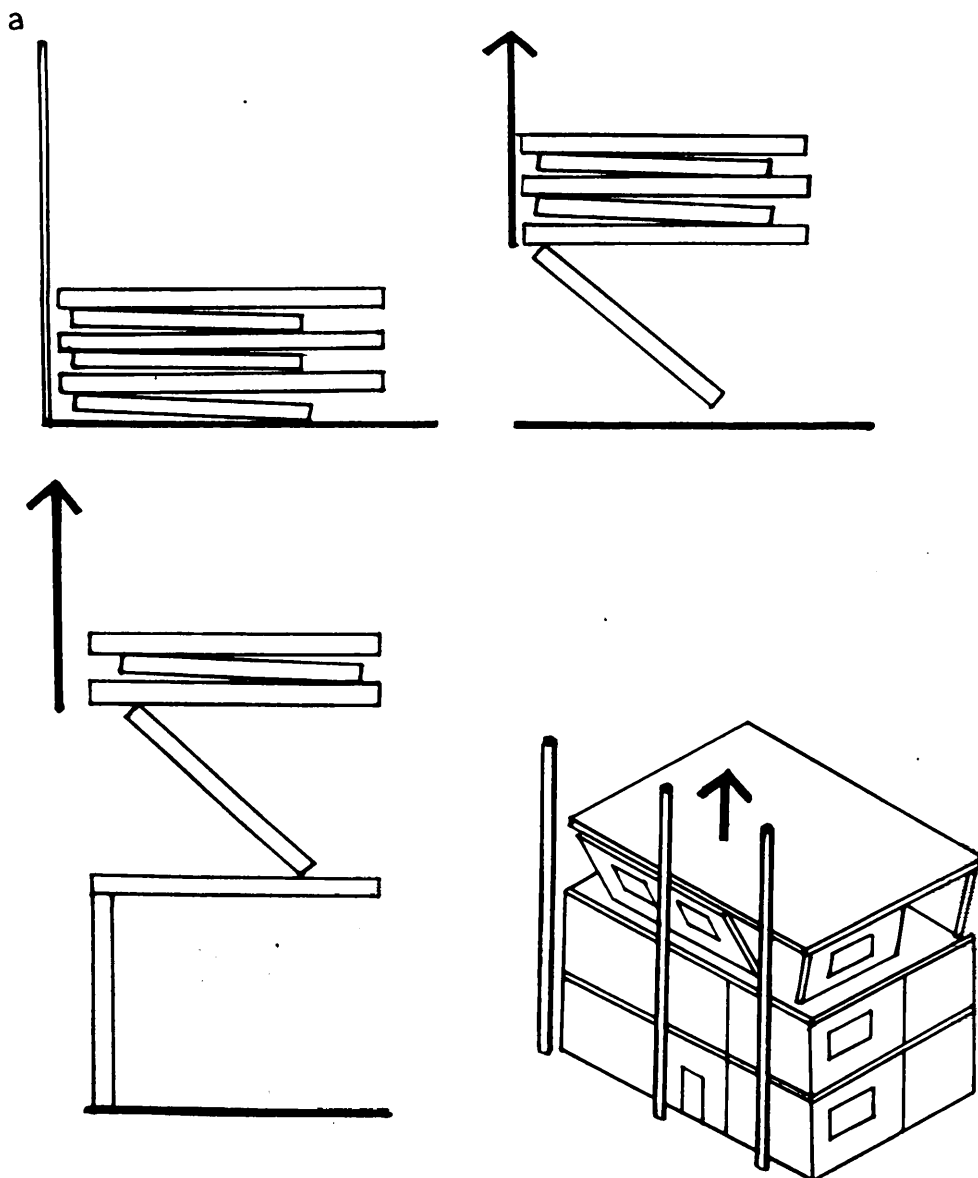
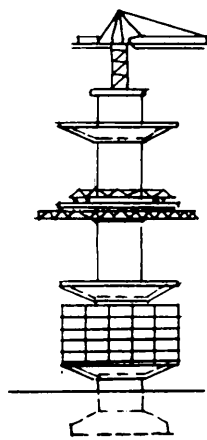
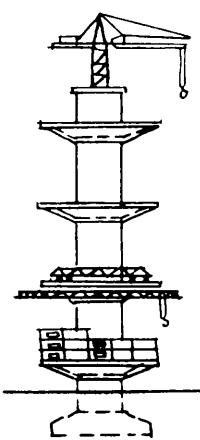
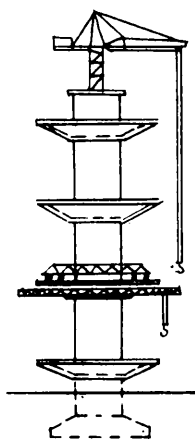
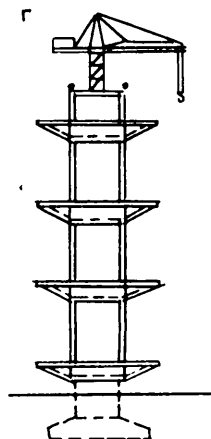
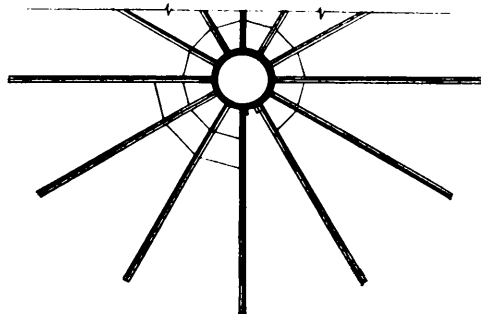
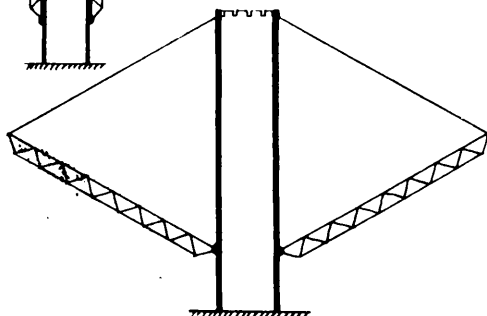
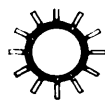
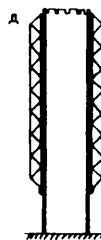
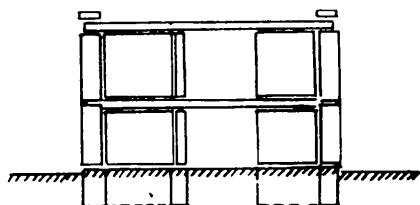
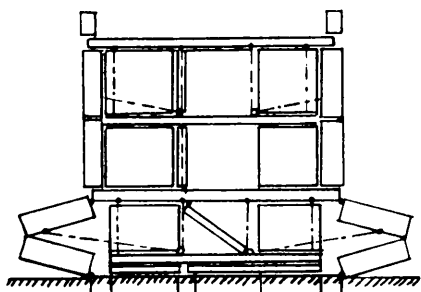
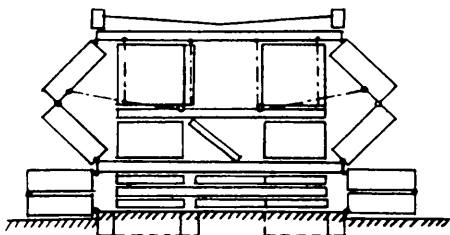
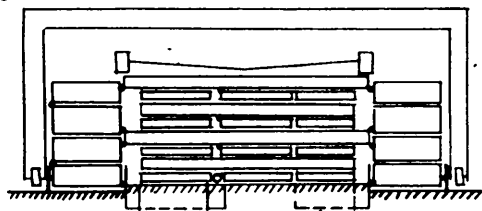


Рис. 111. Многоэтажные складные здания и сооружения
а — метод строительства трансформируемого здания

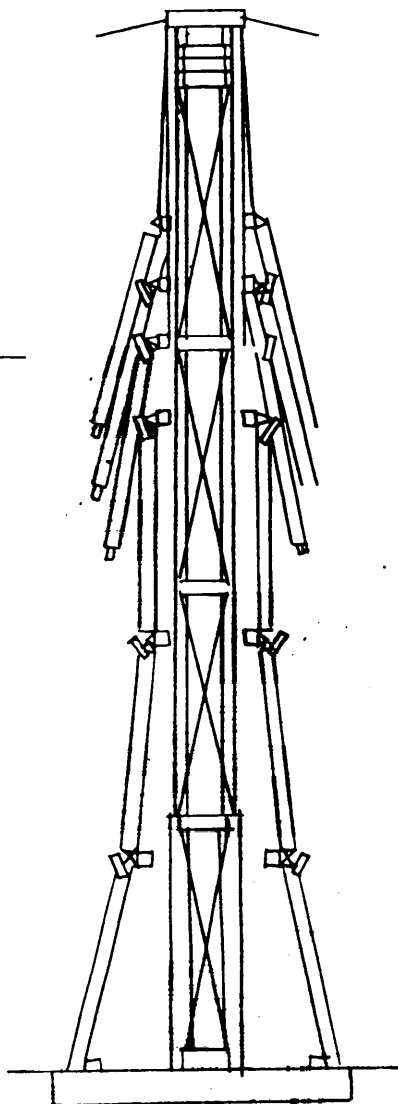
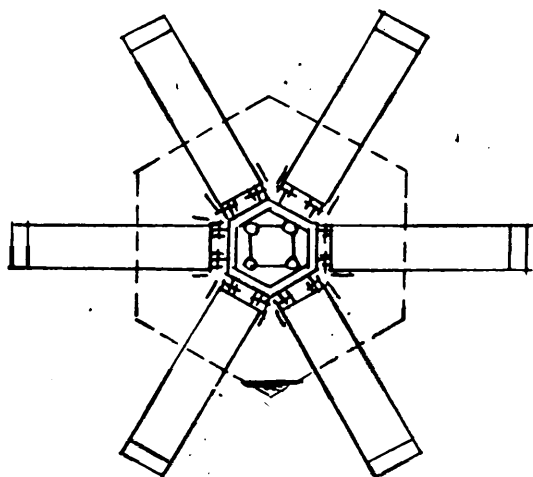
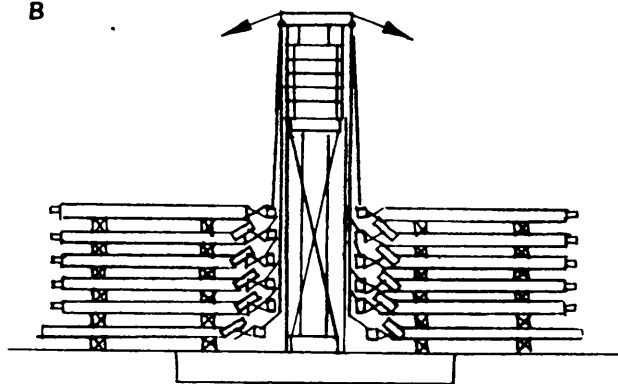
(авт. свид. № 3 921 362, СССР); б — способ возведения здания (авт. свид. № 1 043 285, СССР); в — способ возведения многоярусного со-

оружения (авт. свид. № 1 182 141, СССР); г — способ возведения многоэтажного здания с ядром жесткости методом подъема этажей (авт. свид. №

1 188 274, СССР); д — способ монтажа каркаса высотного сооружения с большими консольными вылетами (авт. свид. № 1 178 884, СССР)



В



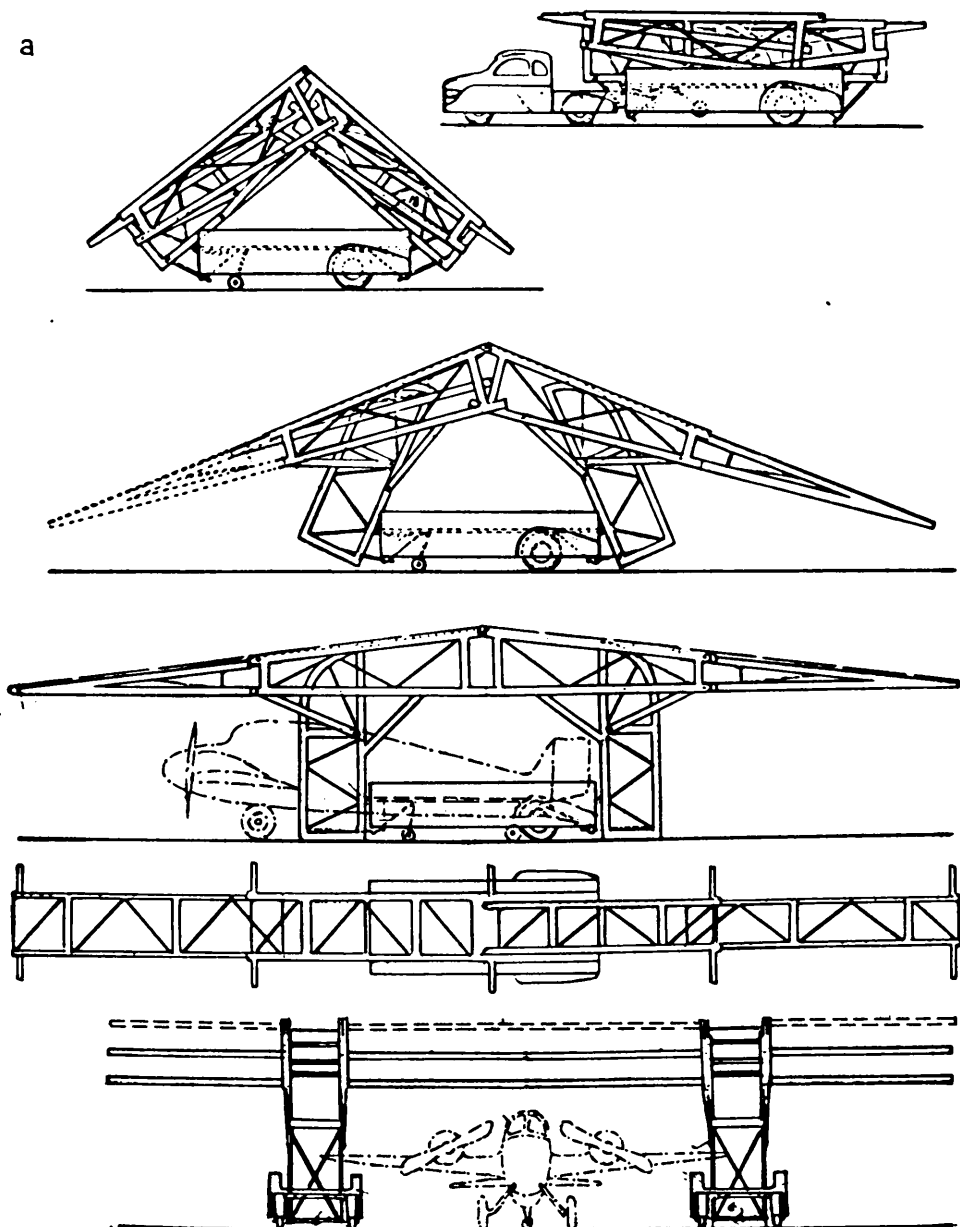
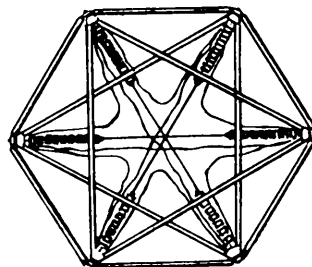
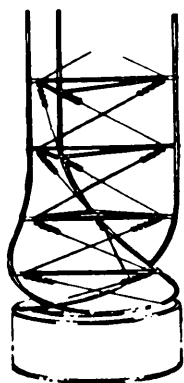
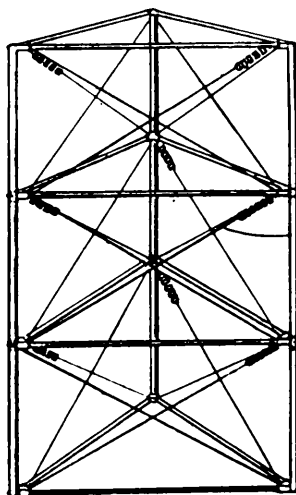
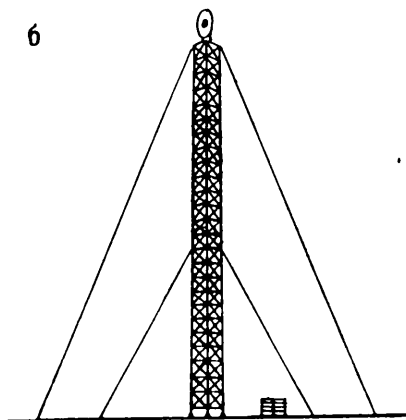


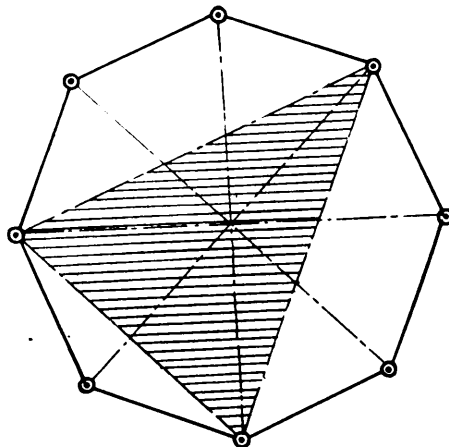
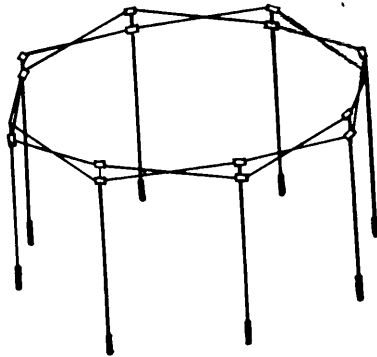
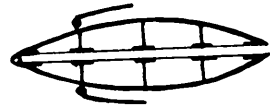
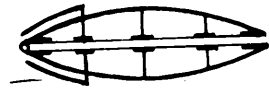
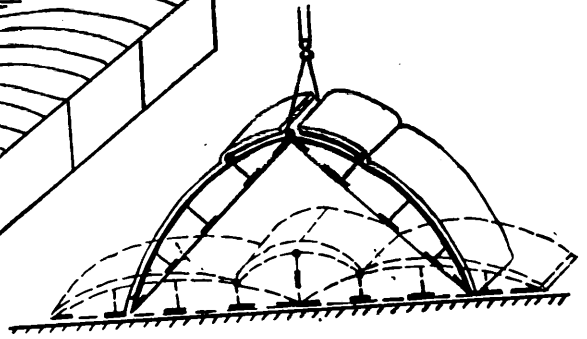
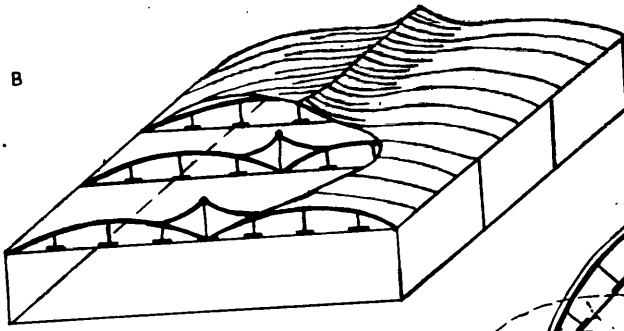
Рис. 112. Кинематические пространственные структуры
а — портативная структура (патент ФРГ № 2 260 369); б — складывающаяся вышка (па-

тент США № 3 846 279); в — складная конструкция (авт. свид. № 1 209 788, СССР); г — складной кольцевой каркас (авт. свид. № 1 043 276, СССР)

6



B



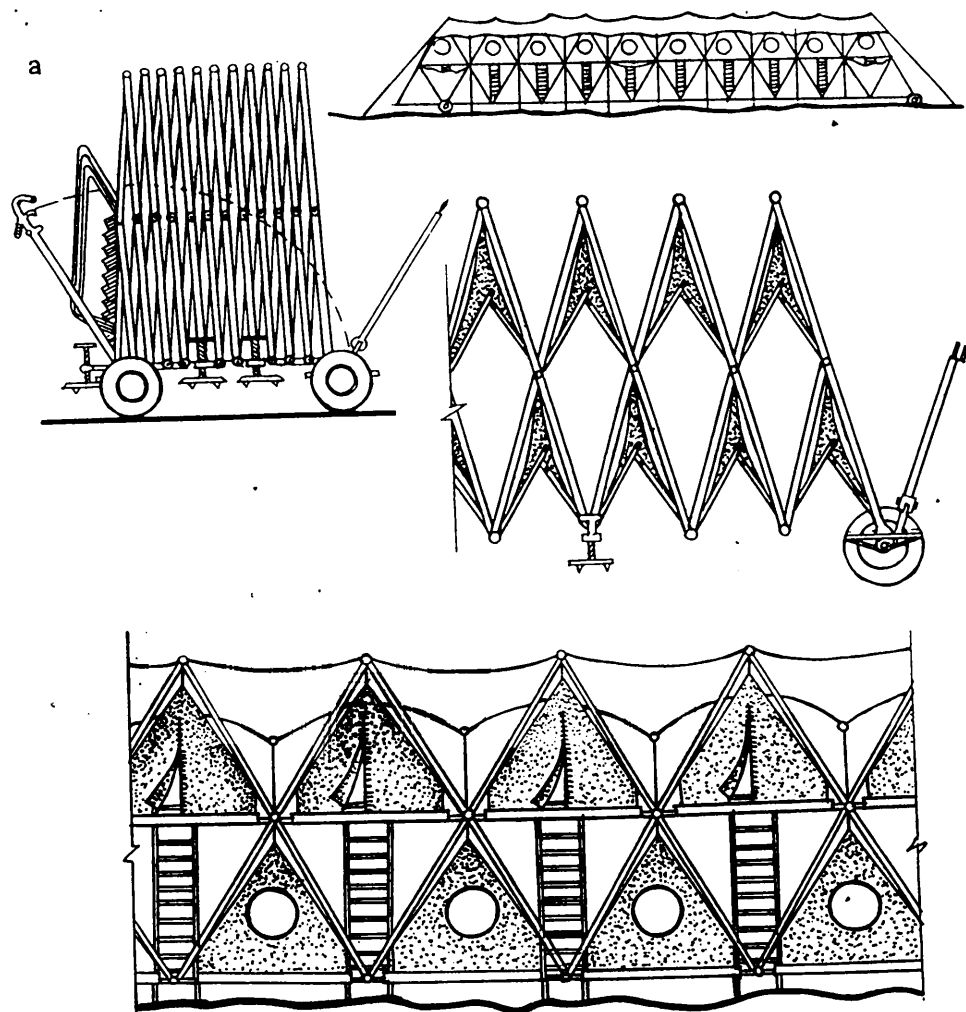


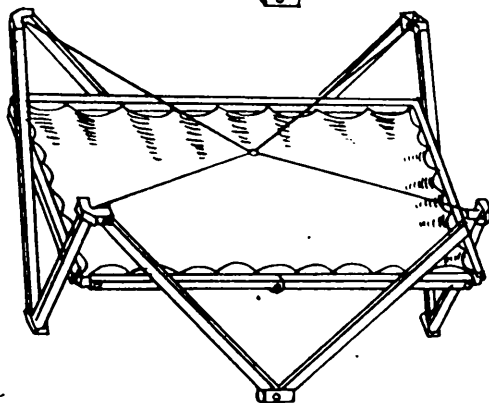
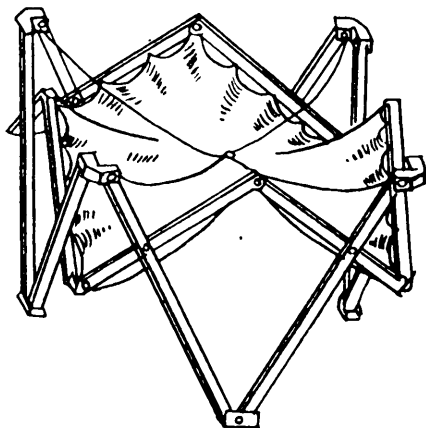
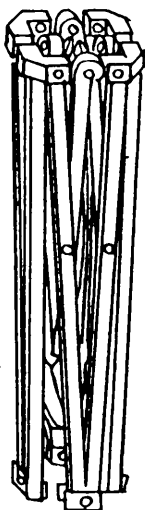
Рис. 113. Сочетание жестких и гибких элементов в кинематических структурах
 а — складное сооружение для кемпинга (авт. свид. № 1 040 073, СССР); б — складное

укрытие (авт. свид. № 1 224 390, СССР); в — то же, № 1 036 867, СССР; г — складное здание (авт. свид. № 1 011 807,

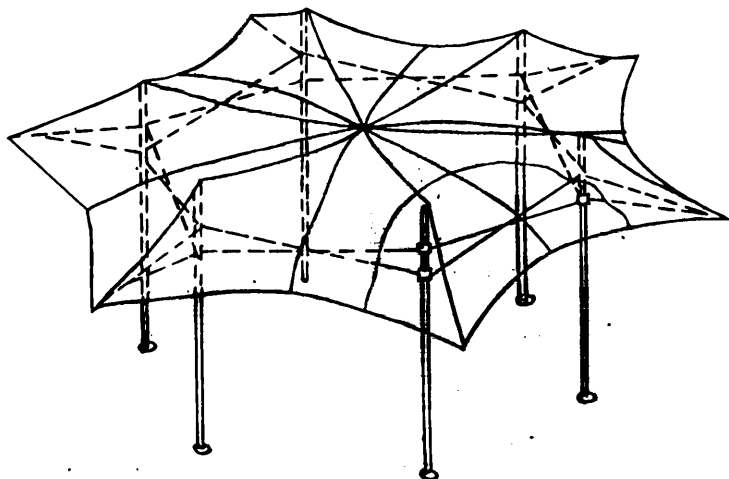
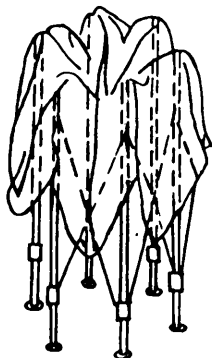
СССР); д — складное сооружение (авт. свид. № 1 027 353, СССР); е — сборно-разборное сооружение (авт. свид.

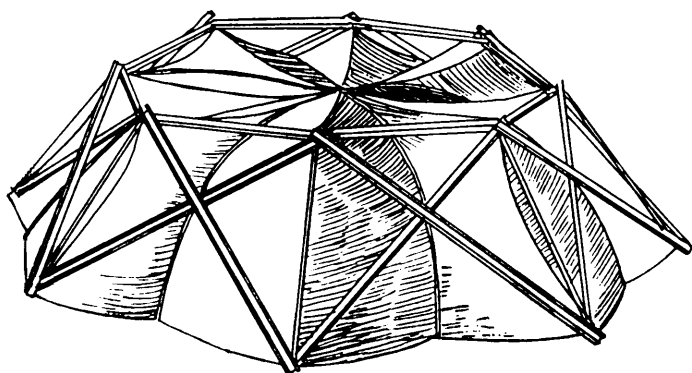
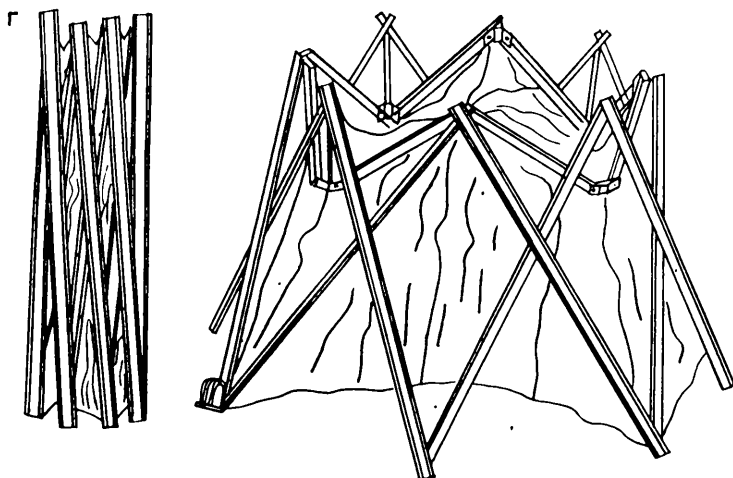
№ 1 268 683, СССР); ж — сборно-разборное тентовое сооружение (Авт. свид. № 1. 191 542, СССР)

6

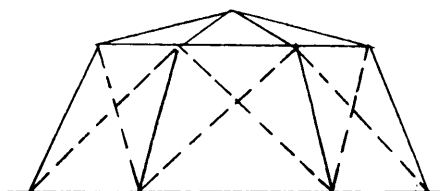
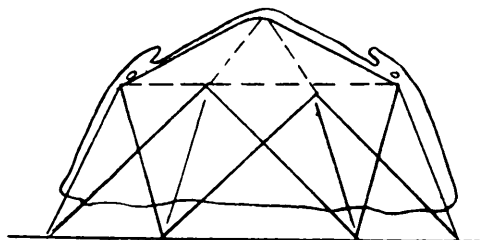
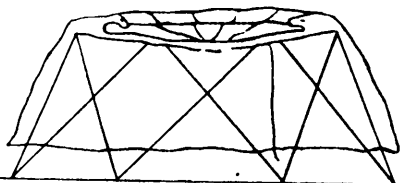
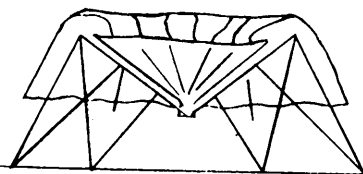
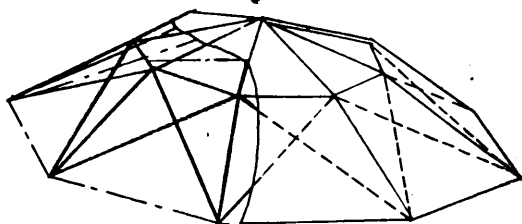


8

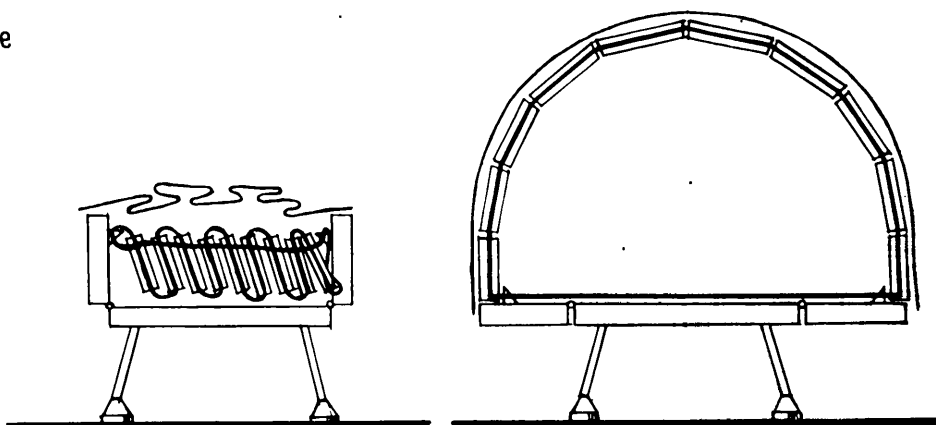




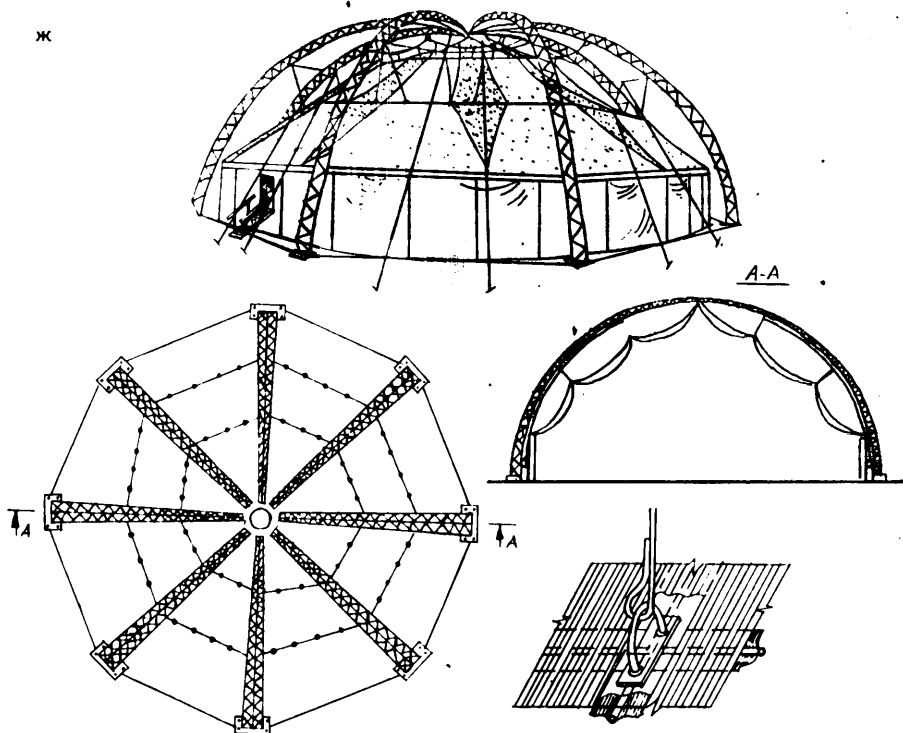
Д



е



ж



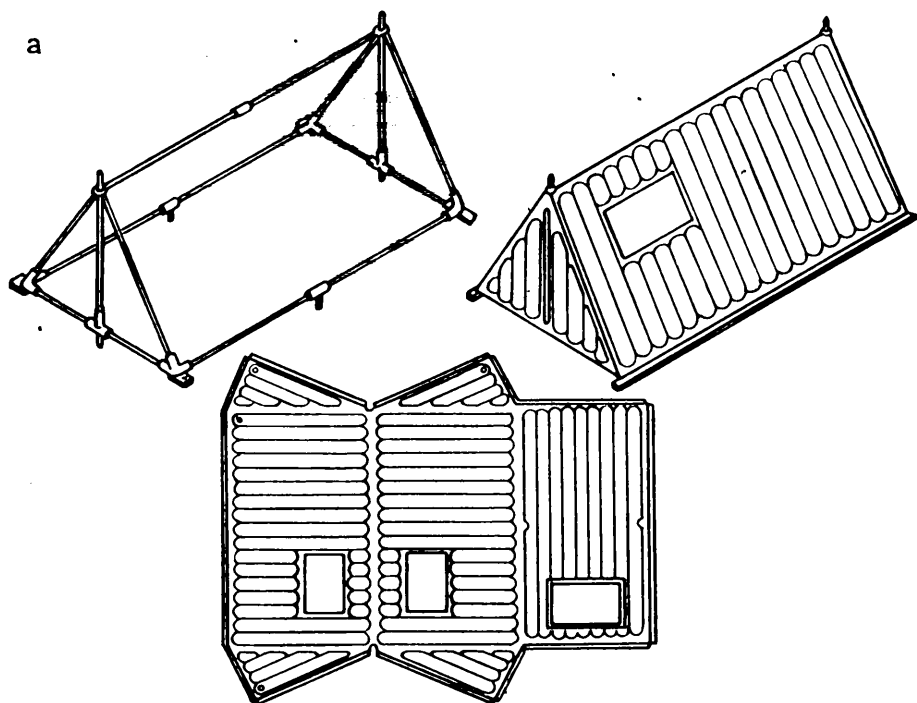
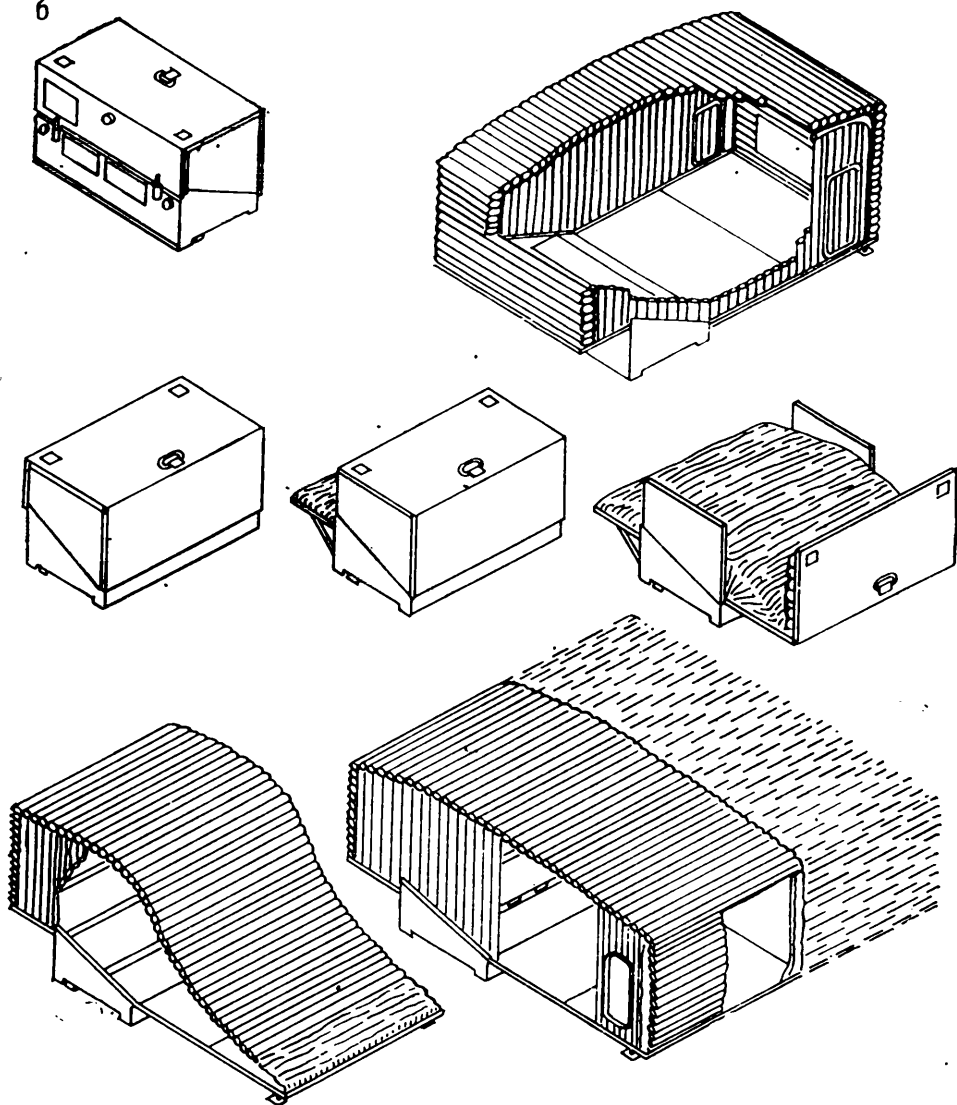


Рис. 114. Пневматические
объекты
а — пневматический дом-па-
латка (патент США №

4 000 585); б — портативное
надувное укрытие (патент
Франции № 1 540 205)

6



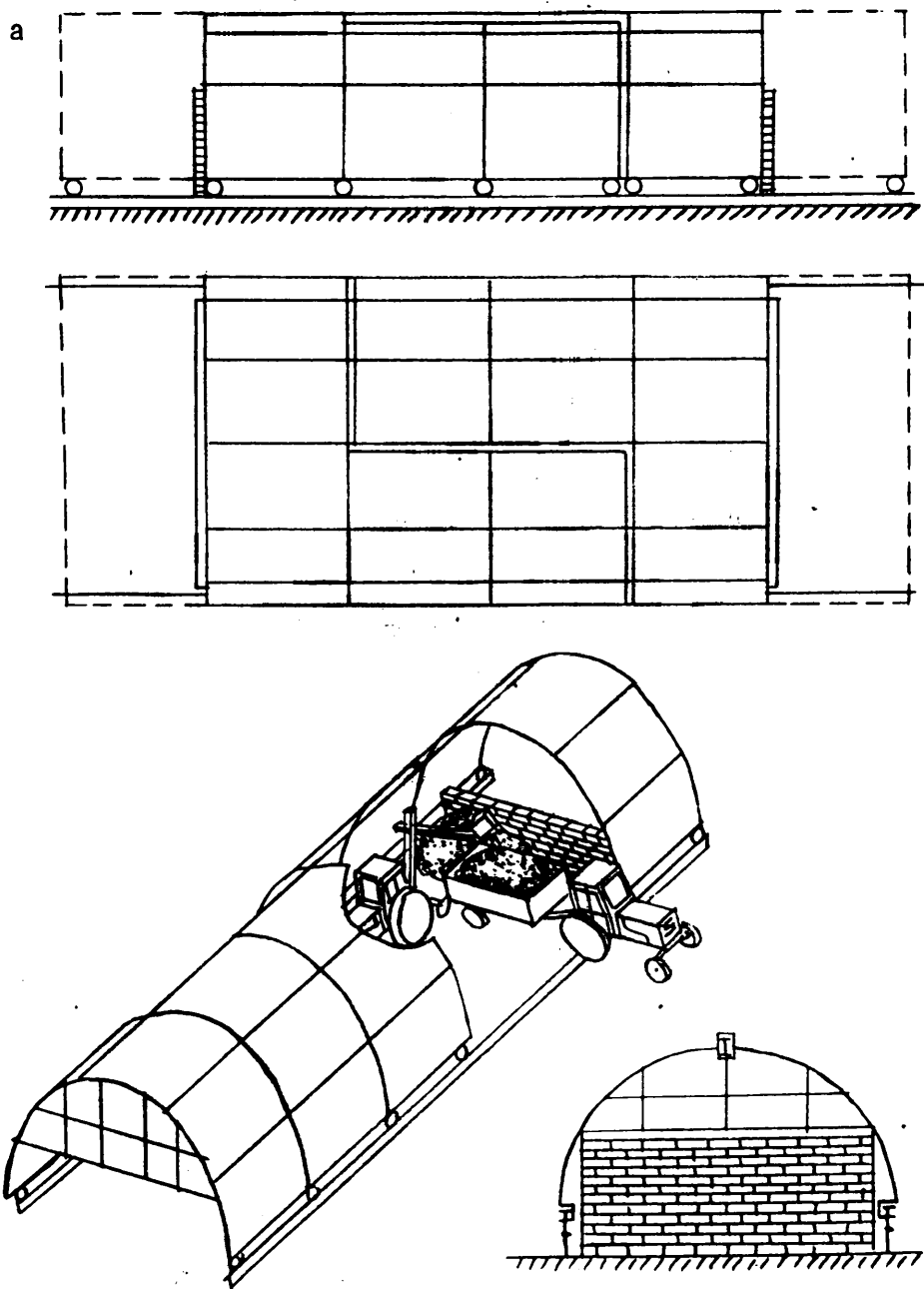


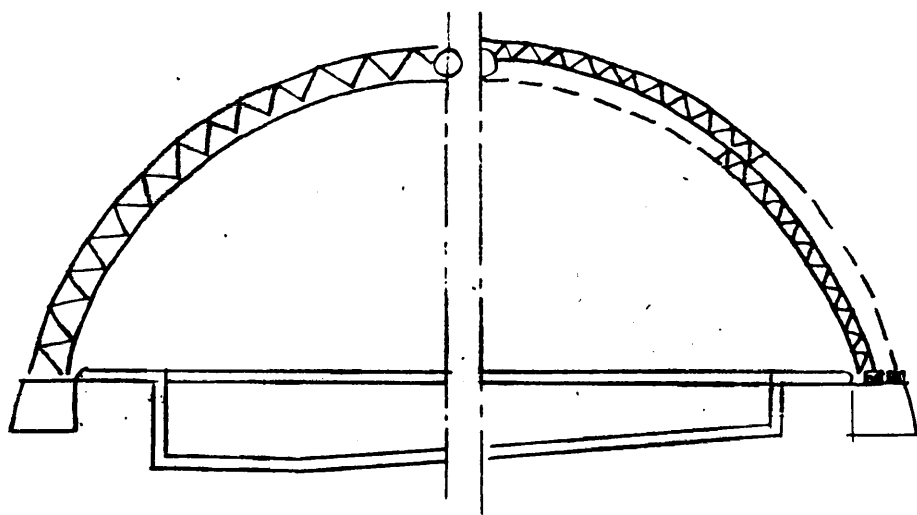
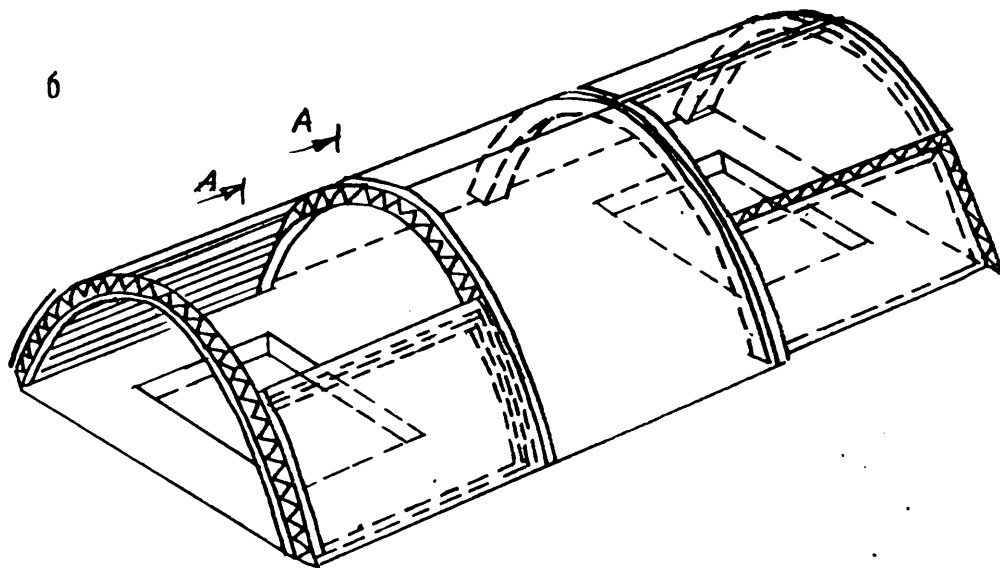
Рис. 115. Телескопически выдвигаемые кинематические структуры
 а — раздвижной сводчатый склад (авт. свид. № 1 006 651, СССР); б — раздвижное по-

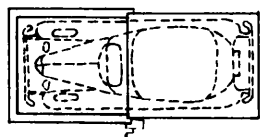
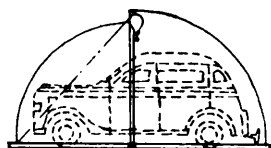
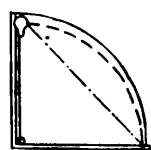
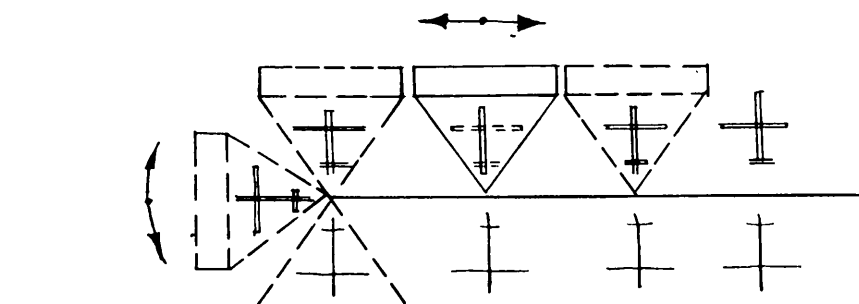
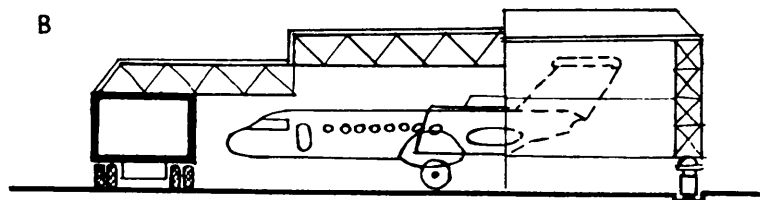
крытие (авт. свид. № 992 677, СССР); в — ремонтный ангар (авт. свид. № 494 512, СССР); г — индивидуальный гараж для автомобиля (авт. свид. №

81 094, СССР); д — защитное купольное покрытие (патент Франции № 1 551 069); е — сборный передвижной жилой дом (патент Франции № 1 522

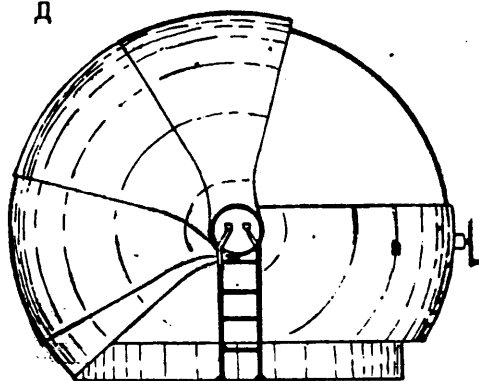
490); ж — мобильный объемный блок С. Ж. Нарынова, включаемый в высотные структуры (авт. свид. № 796 340, СССР)

6

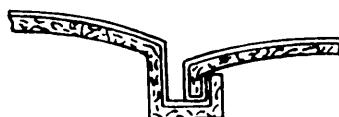
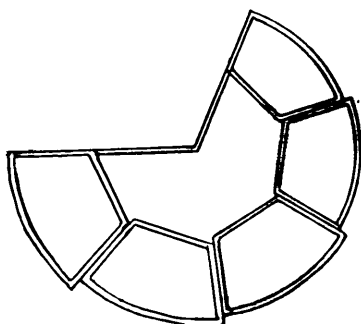
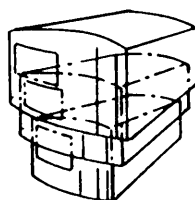
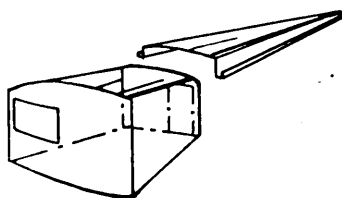
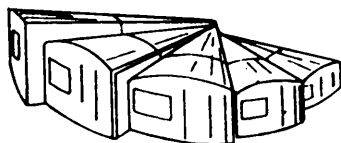




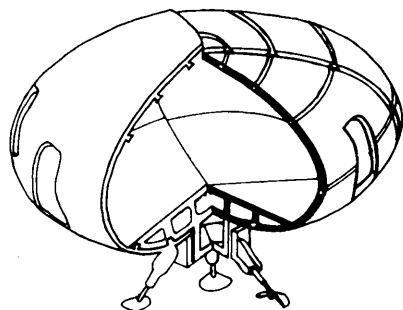
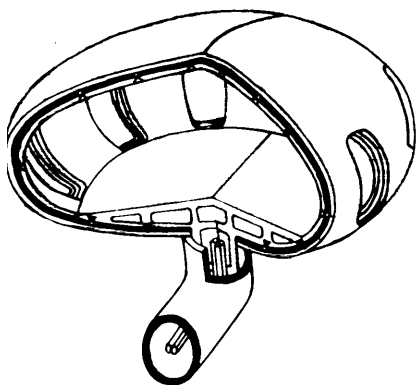
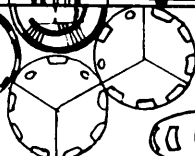
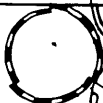
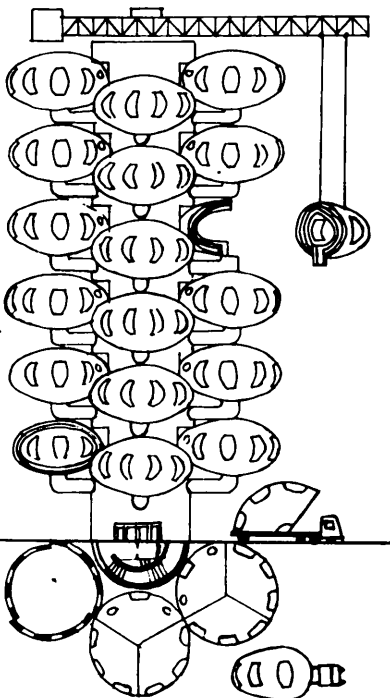
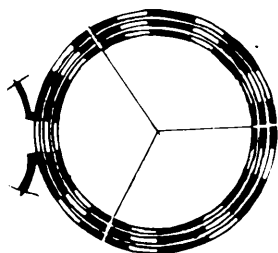
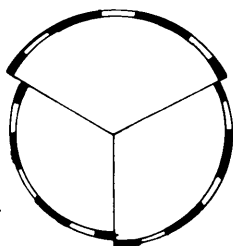
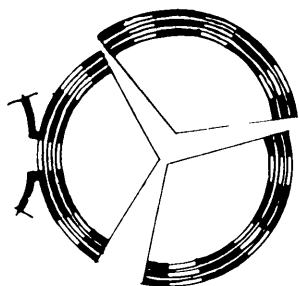
Д



е



Ж



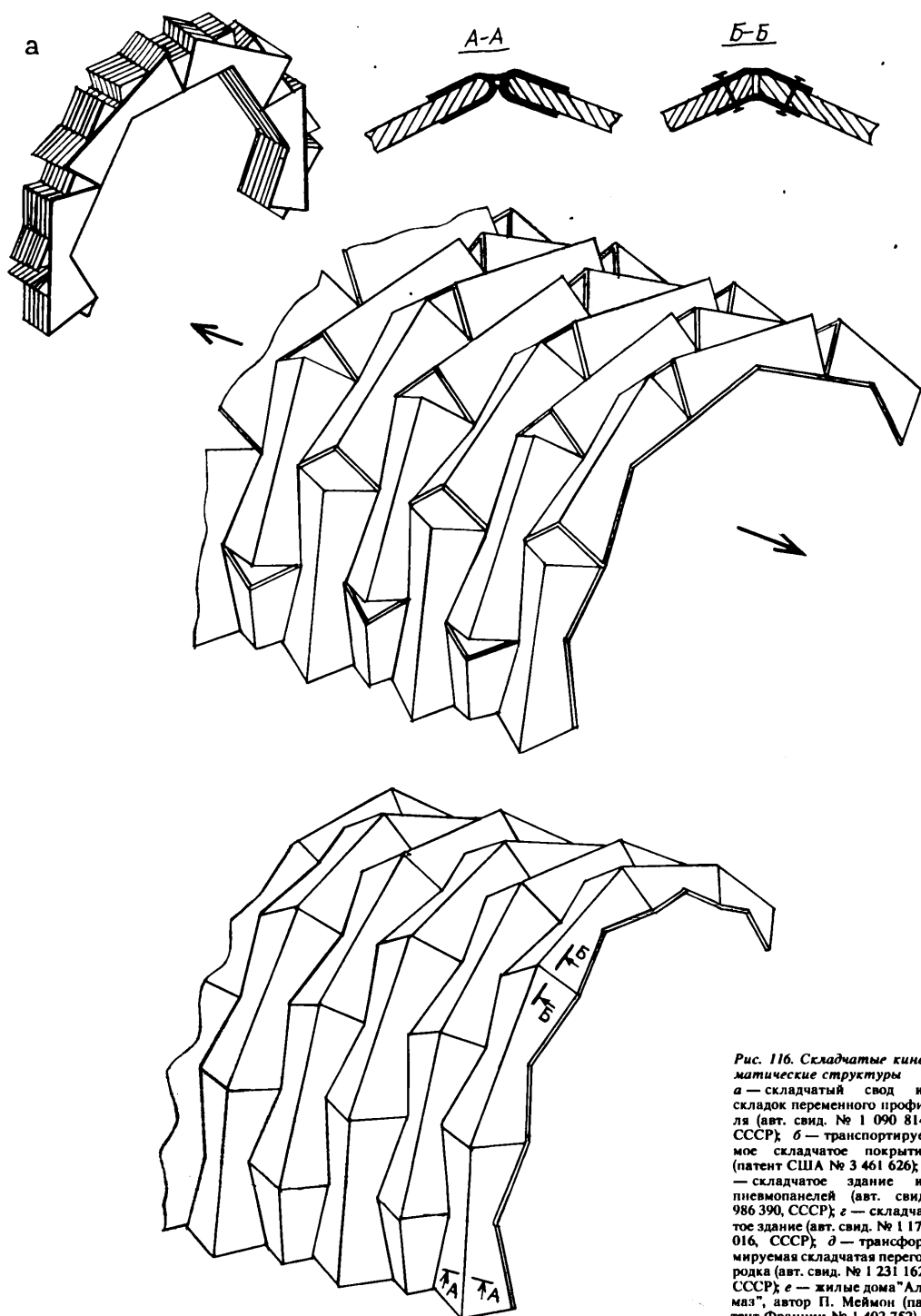
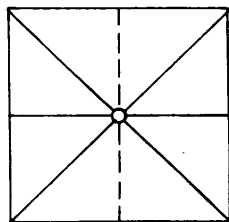
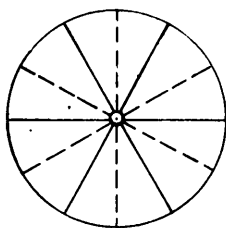
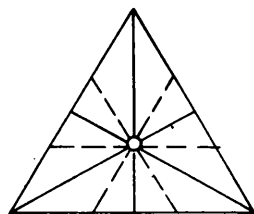
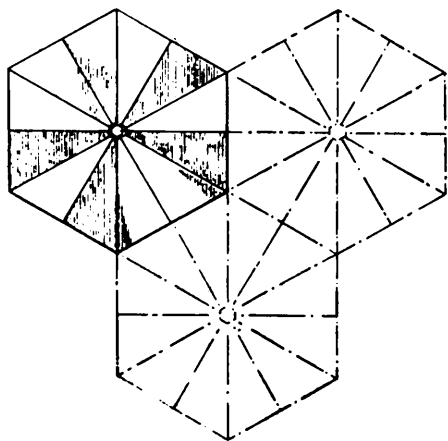
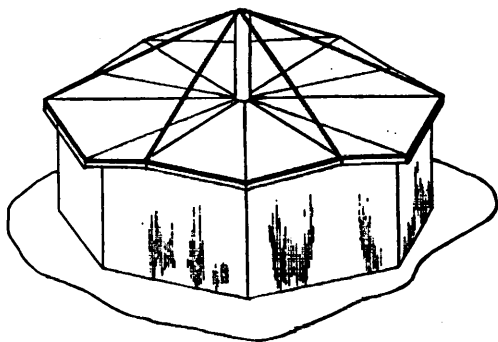
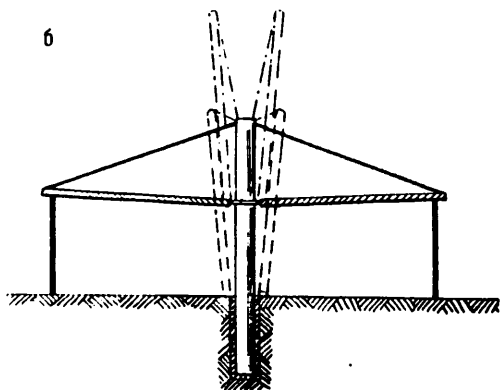
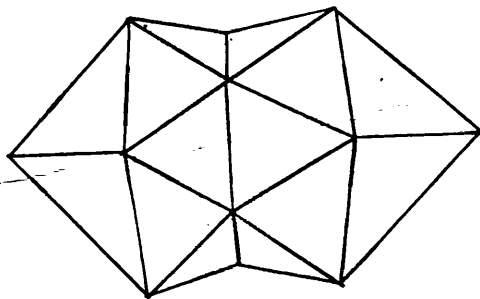
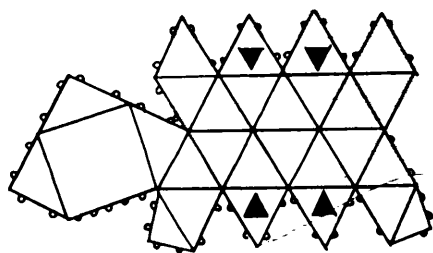
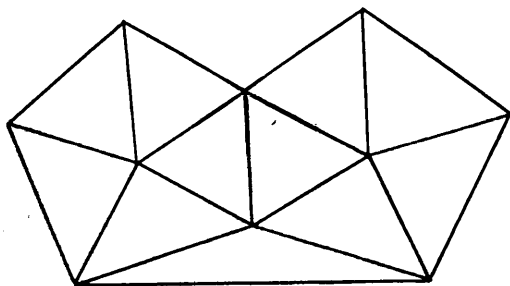
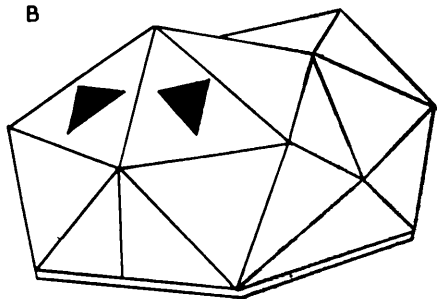


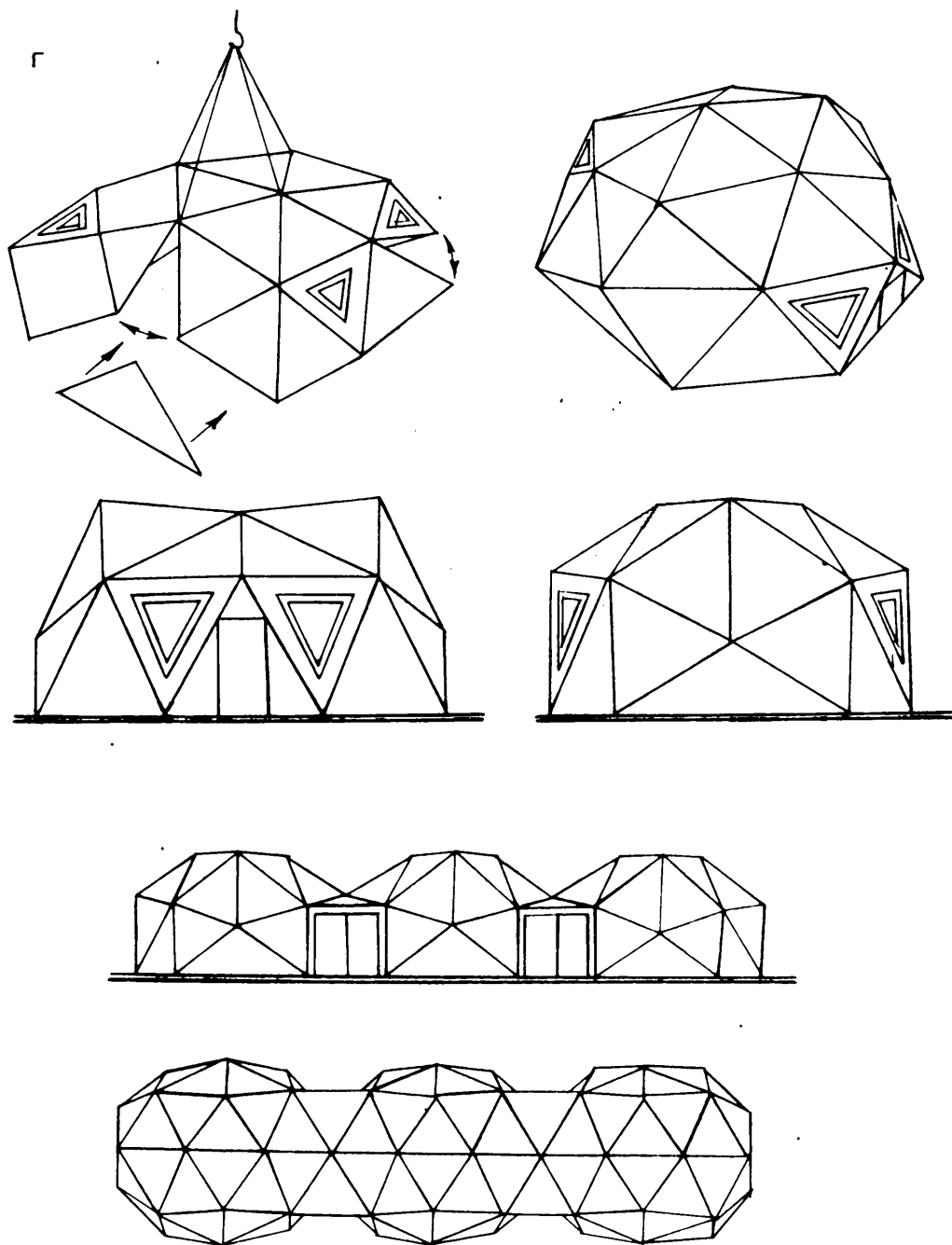
Рис. 116. Складчатые кинематические структуры
 а — складчатый свод из складок переменного профиля (авт. свид. № 1 090 814, СССР); б — транспортируемое складчатое покрытие (патент США № 3 461 626); в — складчатое здание из пневмопанелей (авт. свид. 986 390, СССР); г — складчатое здание (авт. свид. № 1 173 016, СССР); д — трансформируемая складчатая перегородка (авт. свид. № 1 231 162, СССР); е — жилые дома "Алмая", автор П. Меймон (патент Франции № 1 402 752)

6

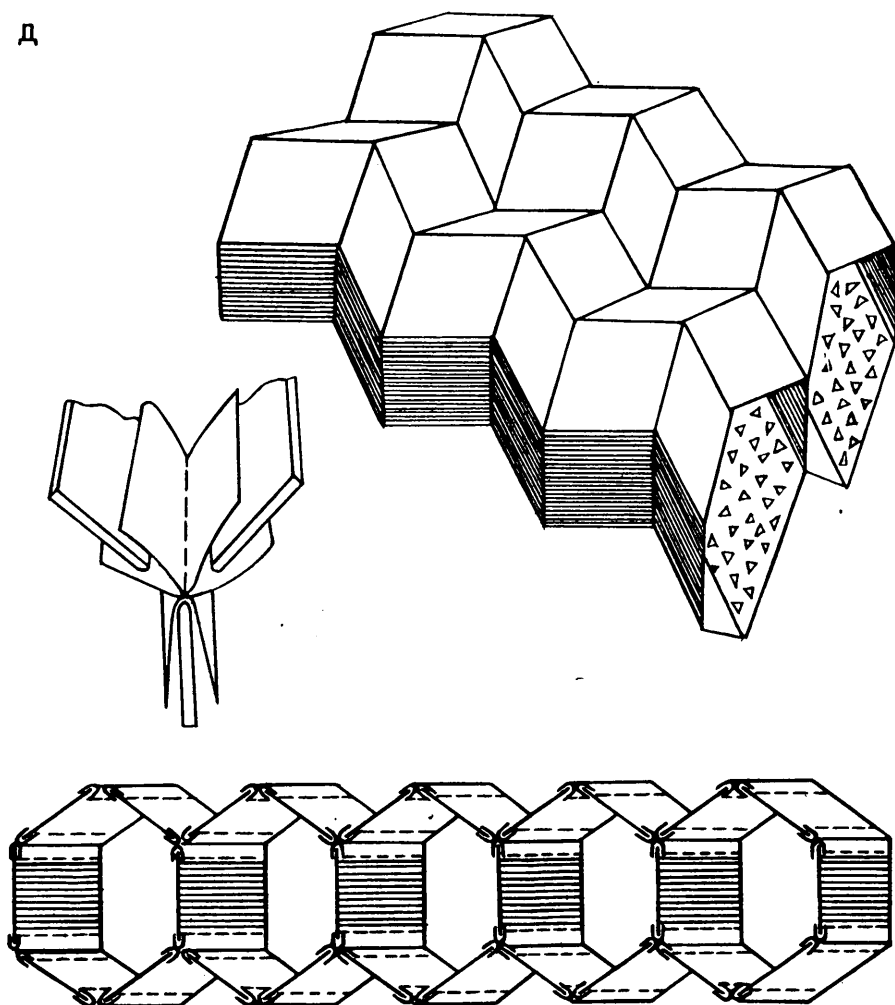


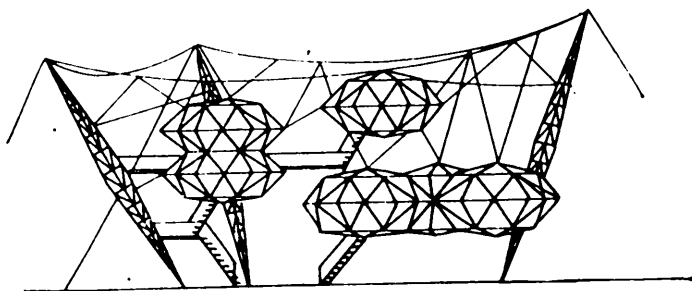
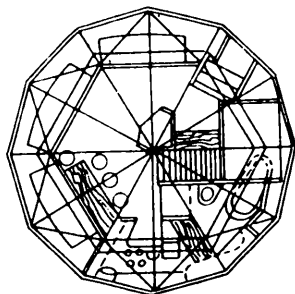
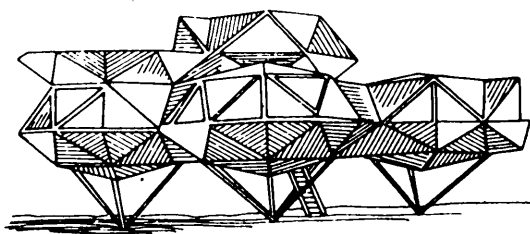
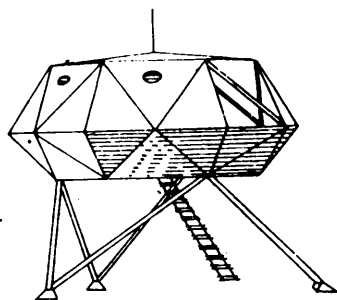
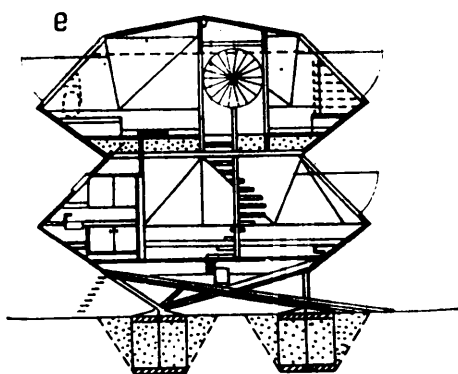
B





Д





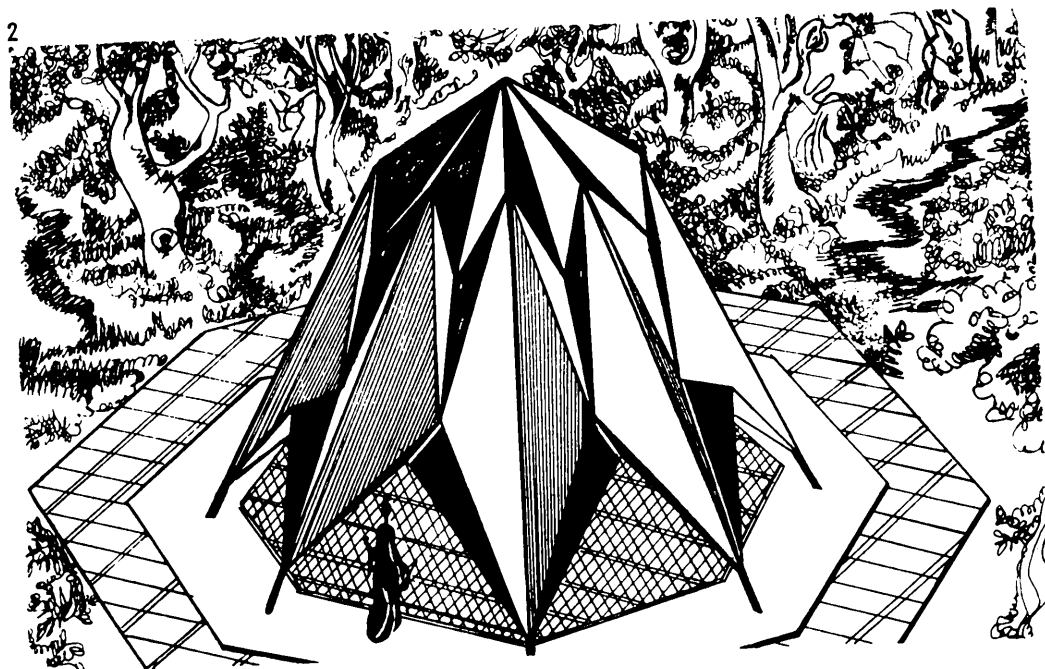
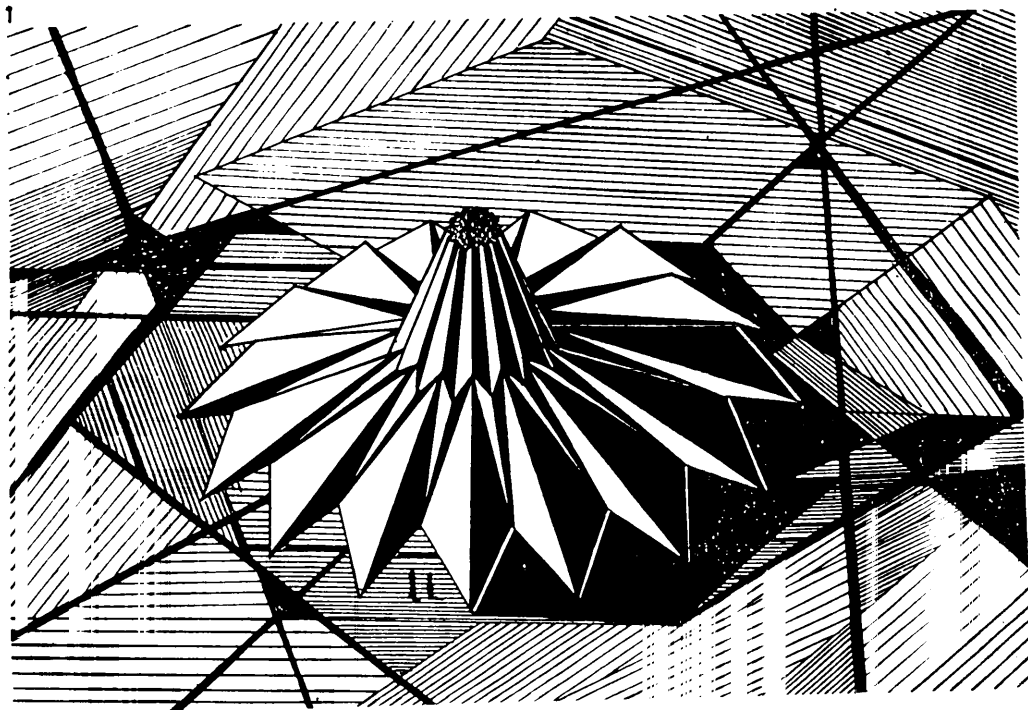


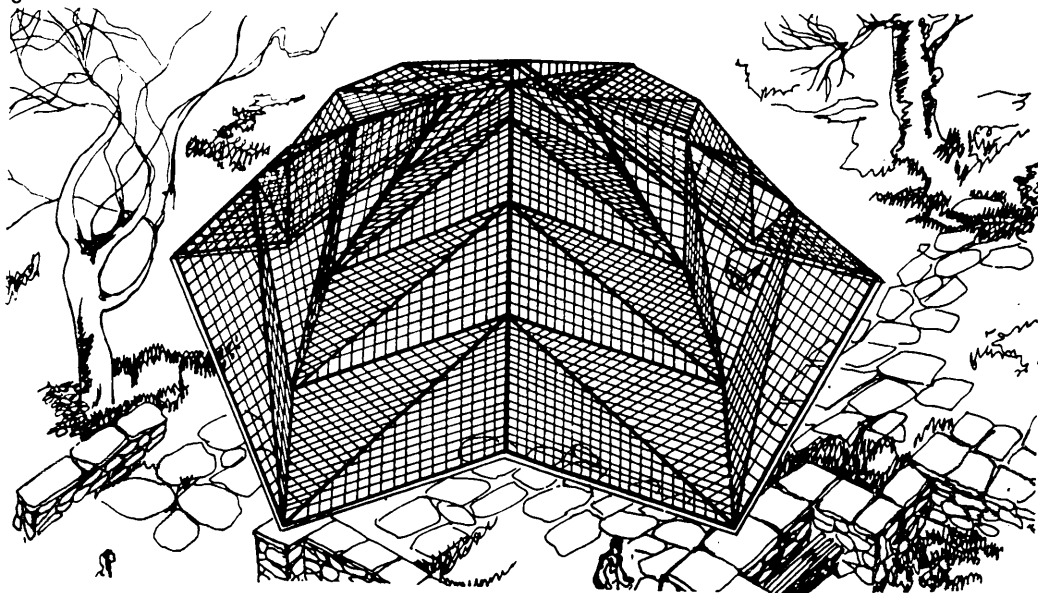
Рис. 117. Складчатые кинематические здания (при участии О. М. Вартаняна)
1 — ресторан (авт. свид. № 1 425 296, СССР; способ возве-

дения складчатого покрытия); 2 — павильон минеральных вод (авт. свид. № 540 022, СССР); 3 — складчато-стержневое трансформируе-

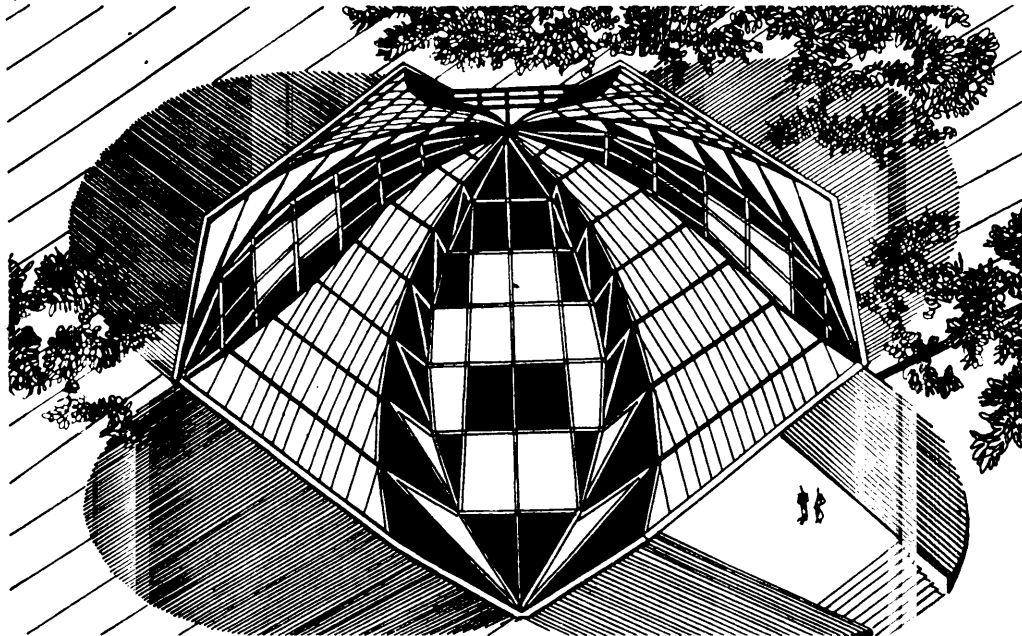
мое пространственное покрытие. Беседка (авт. свид. № 540 022 и № 750 003, СССР); 4 — способ образования складчатых покрытий (авт. свид. №

1 315 578 и 50 003, СССР). Клуб; 5 — укрытие в зоне отдыха (авт. свид. № 1 189 963, СССР); 6 — бассейн в жилом микрорайоне (авт. свид. 1 189 963

3



4



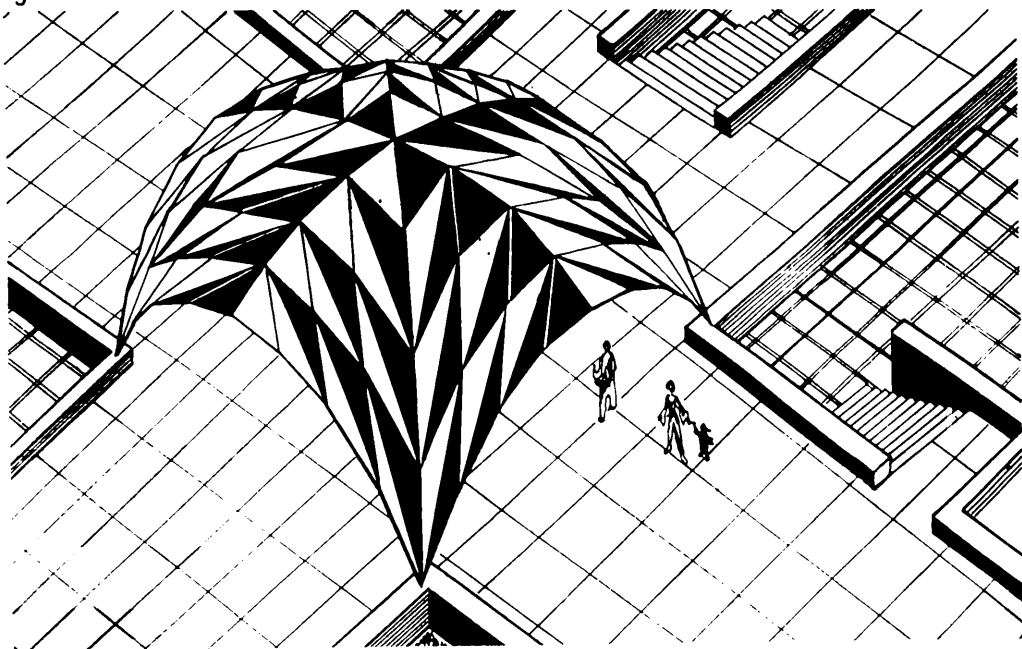
СССР); 7 — торговый центр (авт. свид. № 1 189 963, СССР); 8 — плавательный бассейн (авт. свид. № 1 193 863, СССР); 9 — способ образования складчатых цилиндрических оболочек (авт. свид. № 966 185, СССР); 10 — тен-то-стержневое трансфор-

мируемое покрытие, пь-стаочный павильон; 11 — кафе (авт. свид. № 815 206 и № 903 307, СССР); 12 — трансформируемое покрытие, бензоэсправочная станция (авт. свид. № 1 477 871, СССР); 13 — дачный дом (авт. свид. № 887 761, СССР);

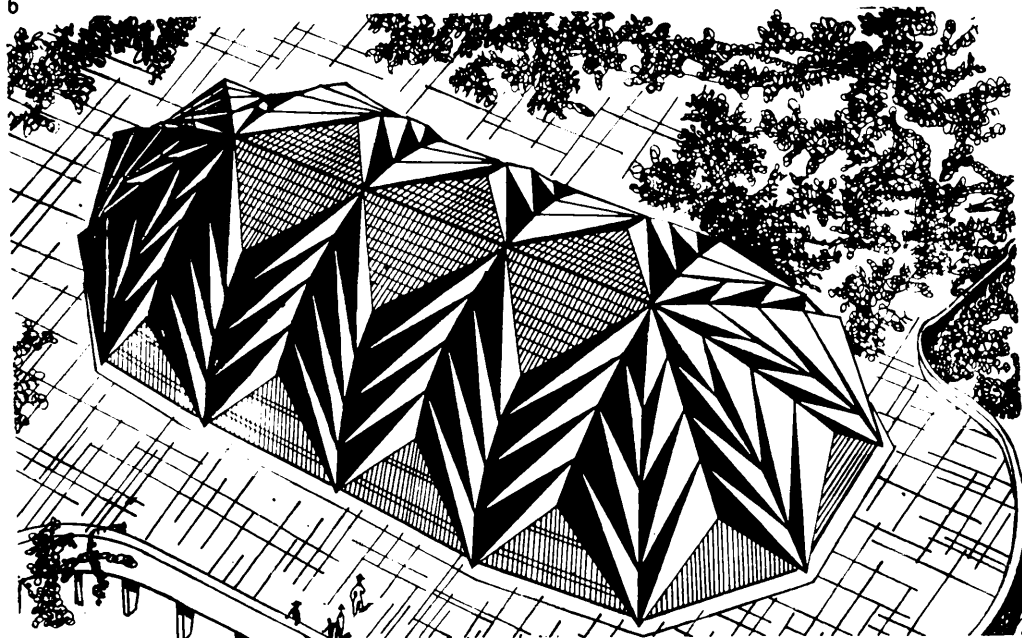
14 — способ образования складчатых покрытий, трансформируемое покрытие модуля мобильного дома (авт. свид. № 1 352 016 и № 1 315 578, СССР); 15 — то же, (авт. свид. № 1 315 578); 16 — трансформируемое складчатое покрытие (авт. свид. № 1

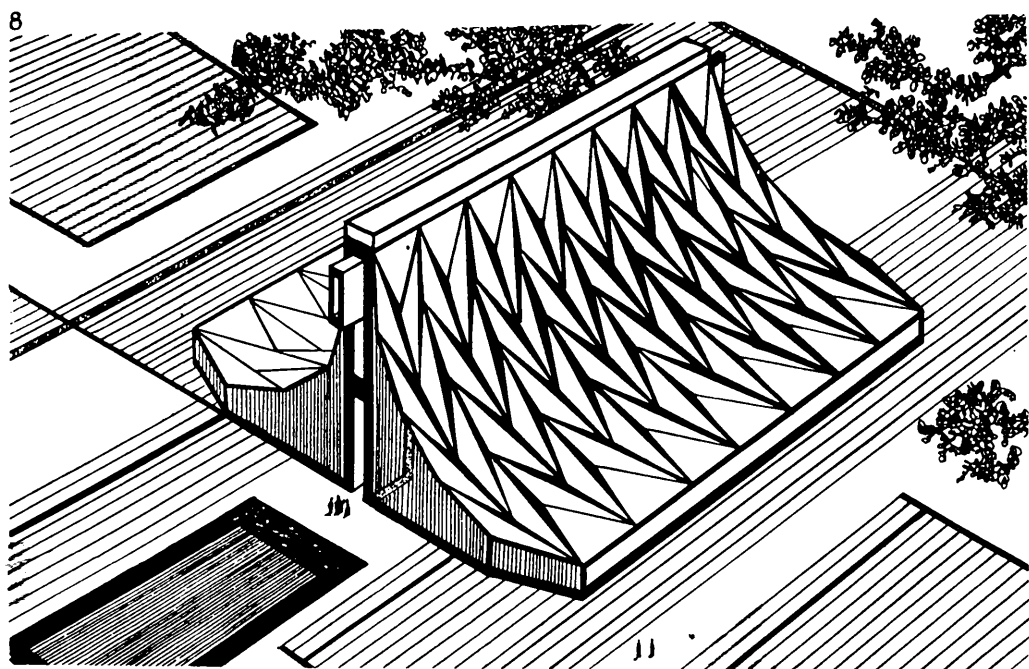
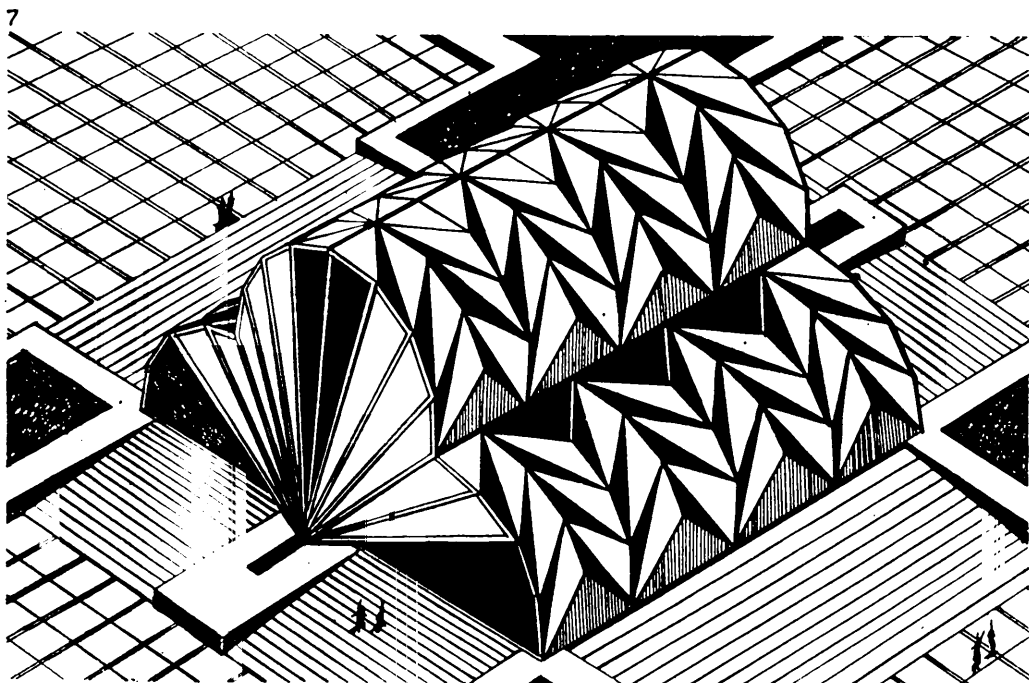
352 016, СССР); дом; 17 — пионерский лагерь (авт. свид. № 1 352 016, СССР); 18 — способ образования складчатых покрытий (авт. свид. № 1 315 578, СССР); 19 — ресторан в зоне отдыха (авт. свид. № 118 963, СССР); 20 — клуб (авт. свид. № 1 315 578, СССР)

5

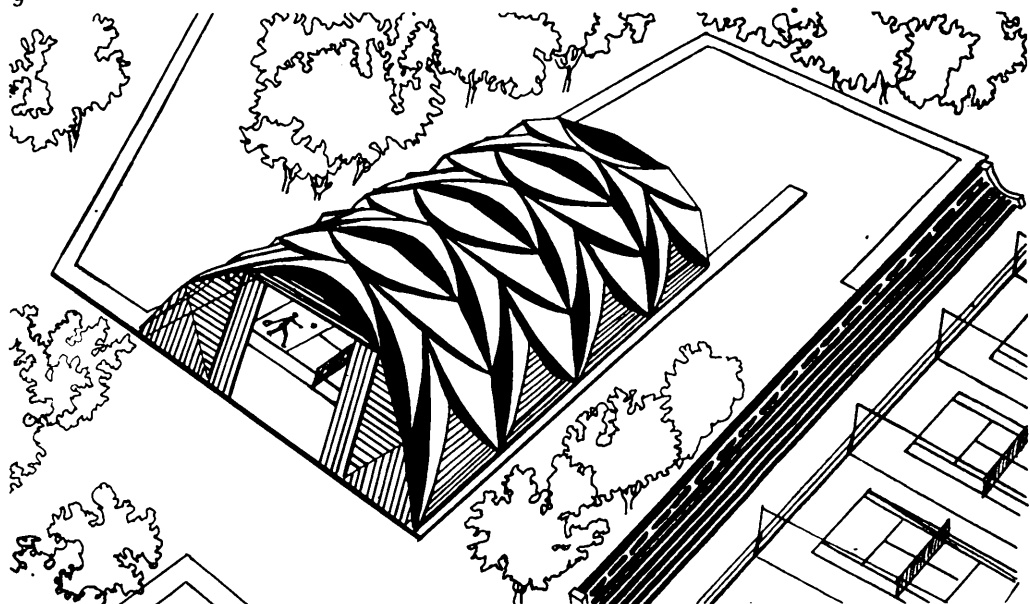


6

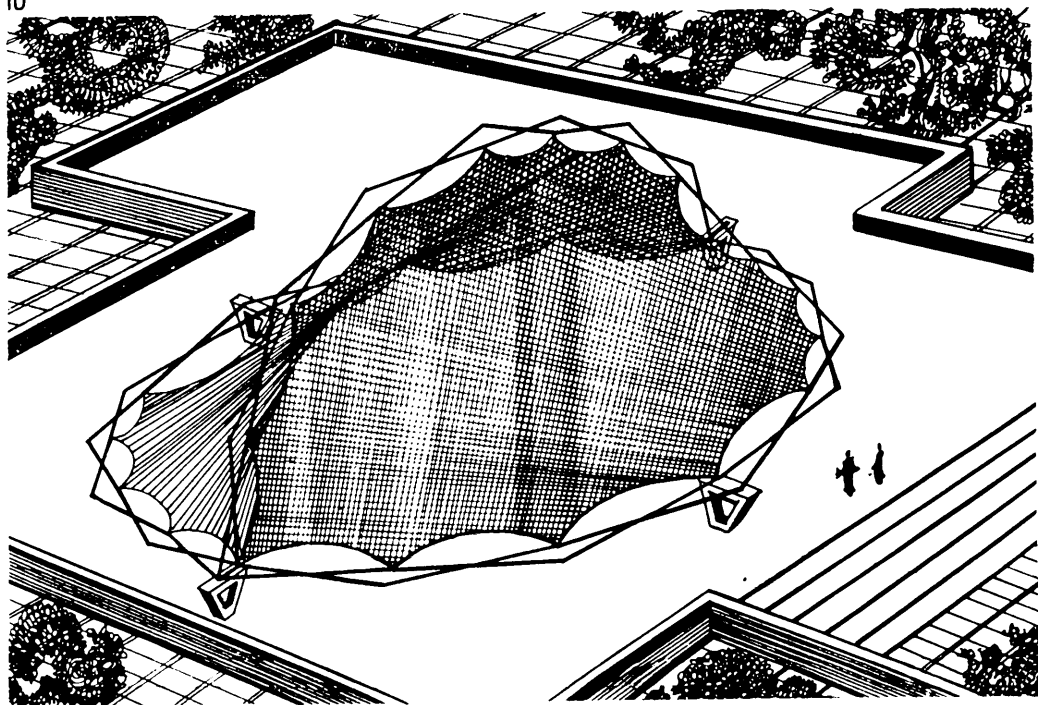




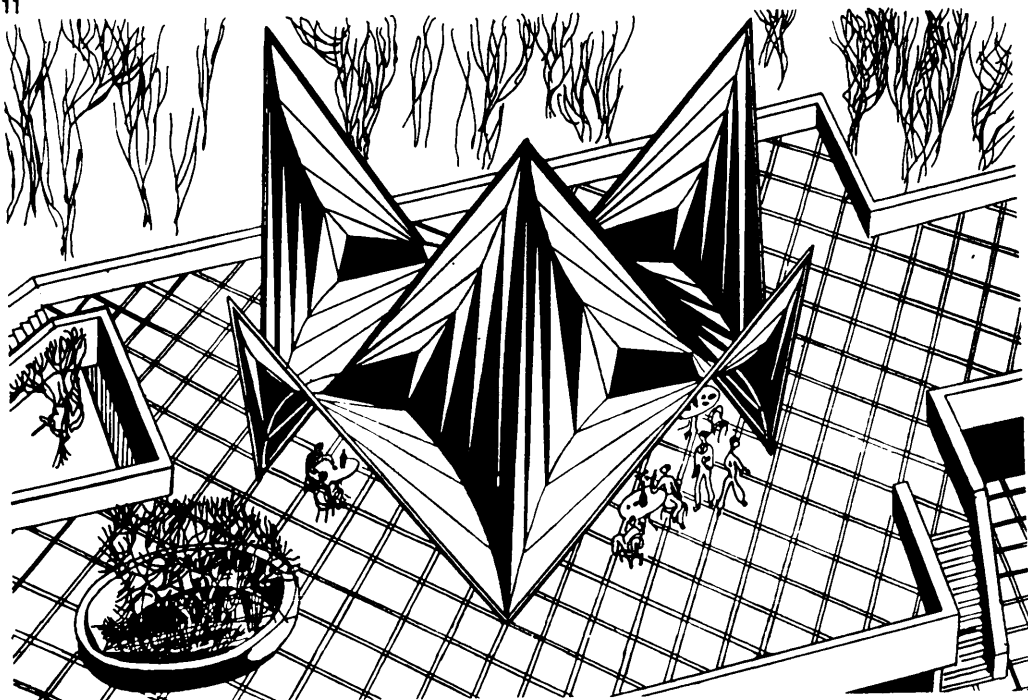
9



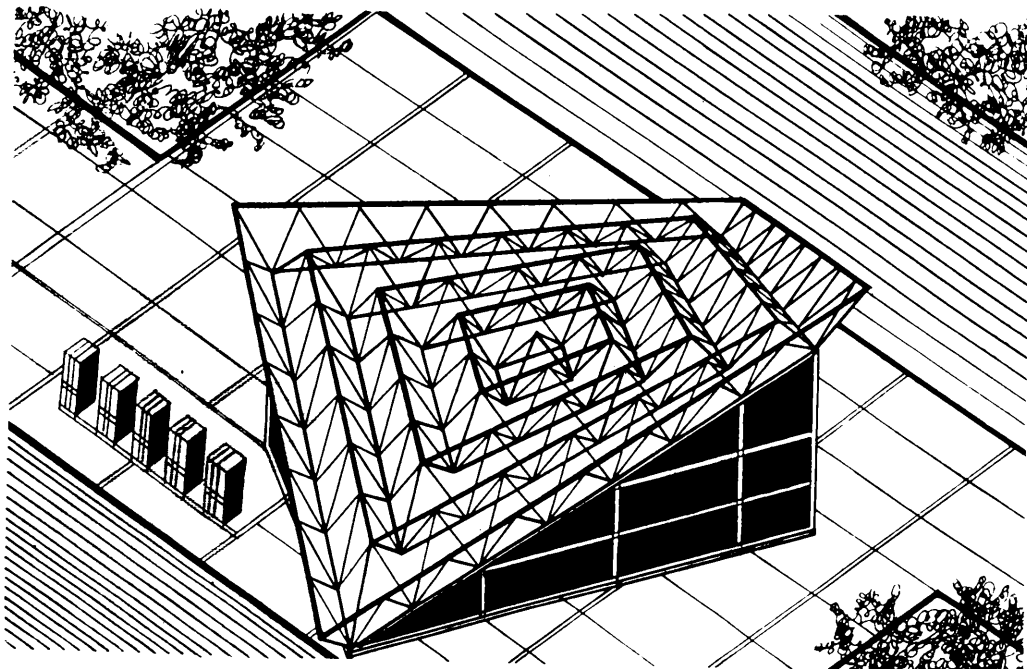
10



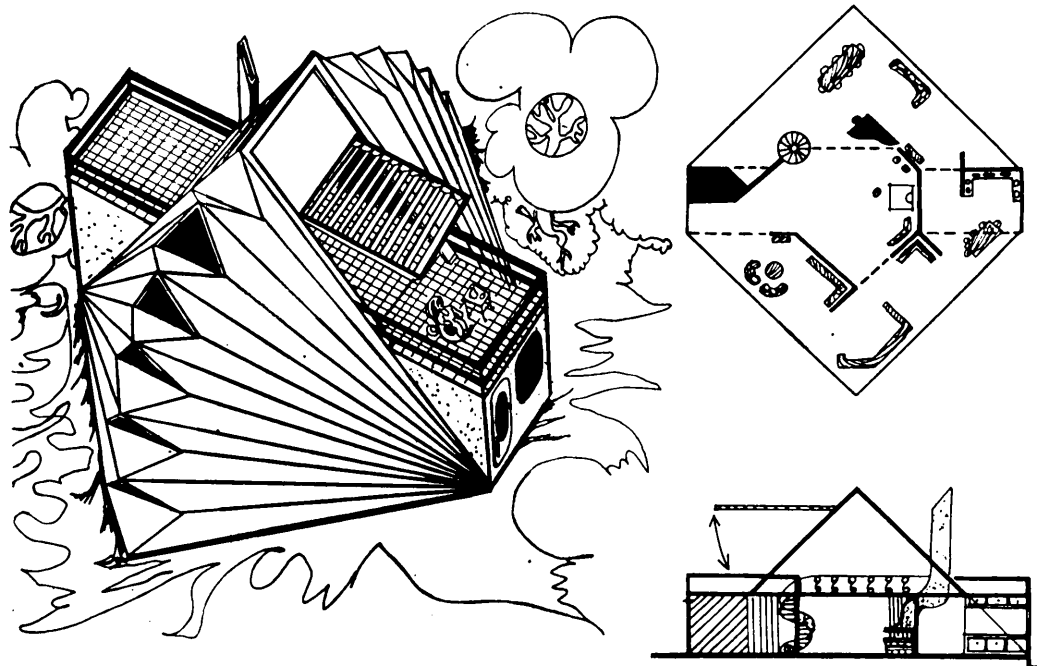
11



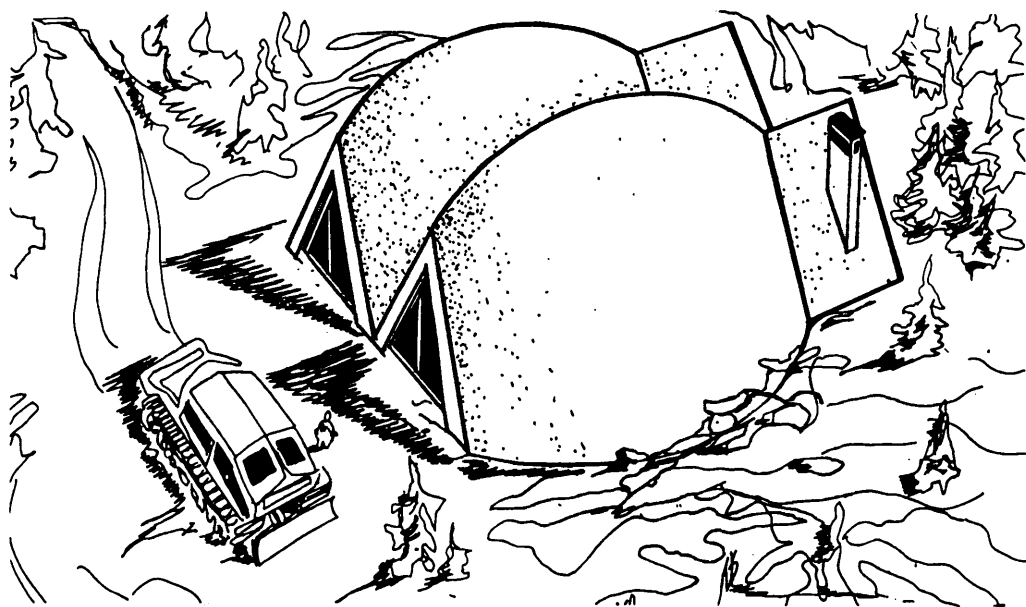
12



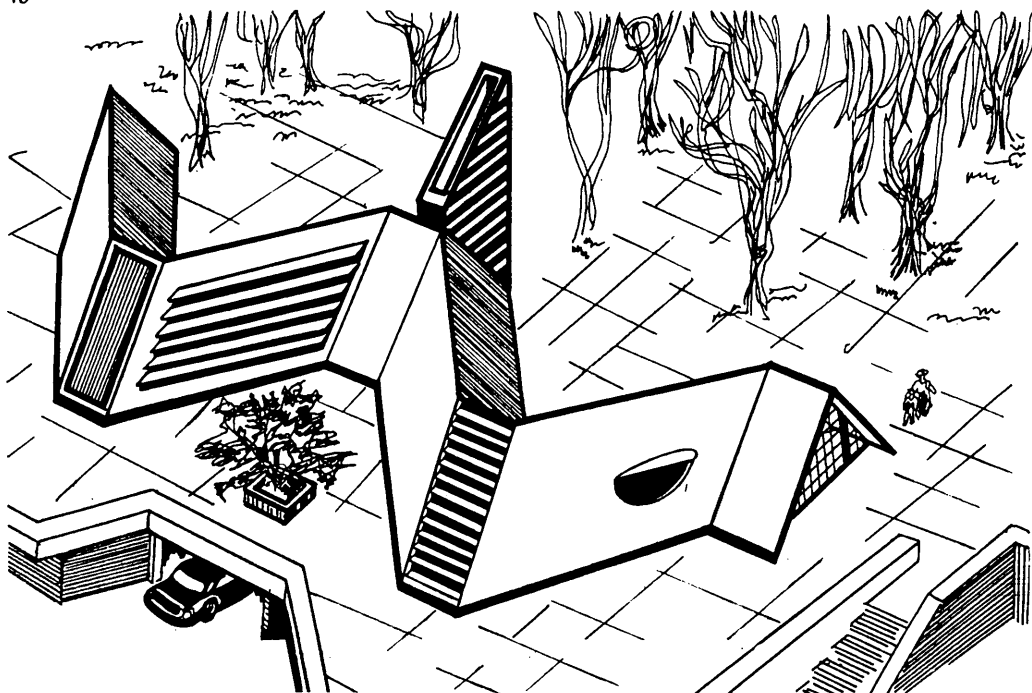
13



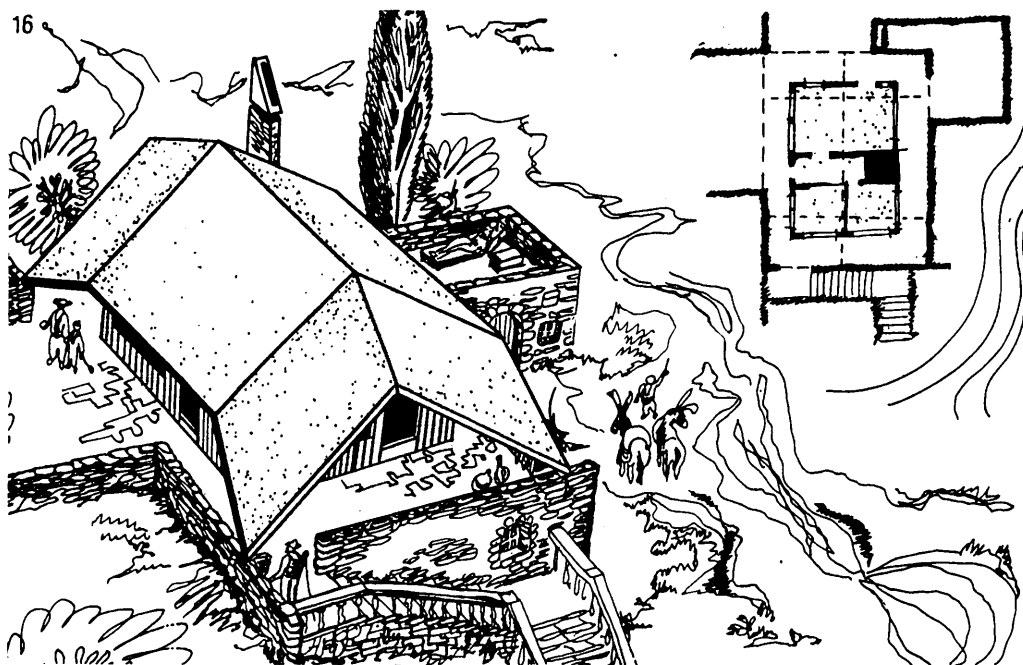
14



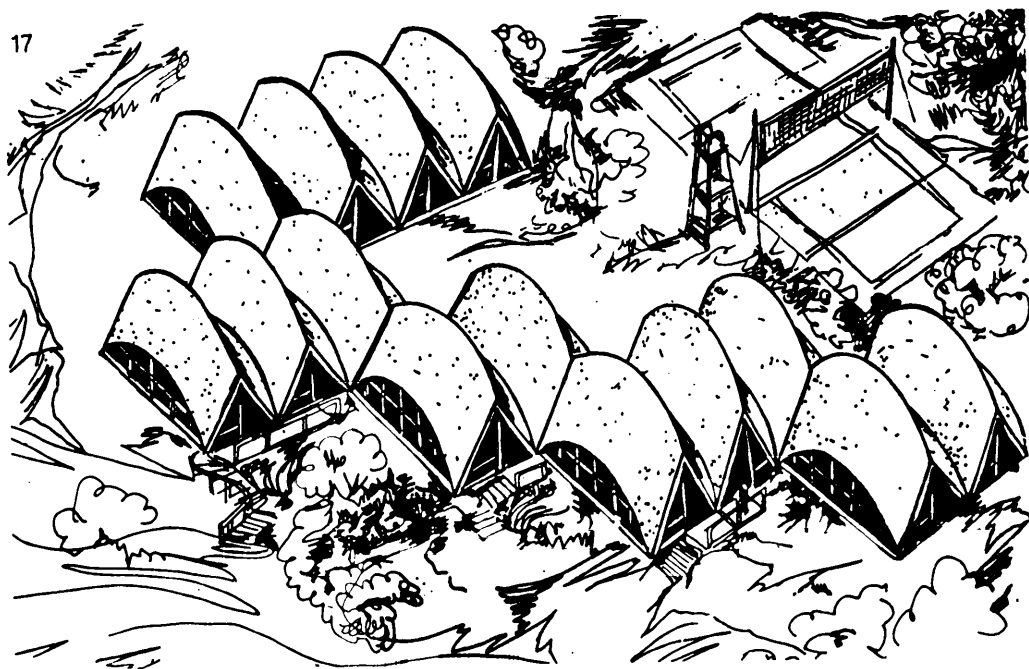
15



16



17



18

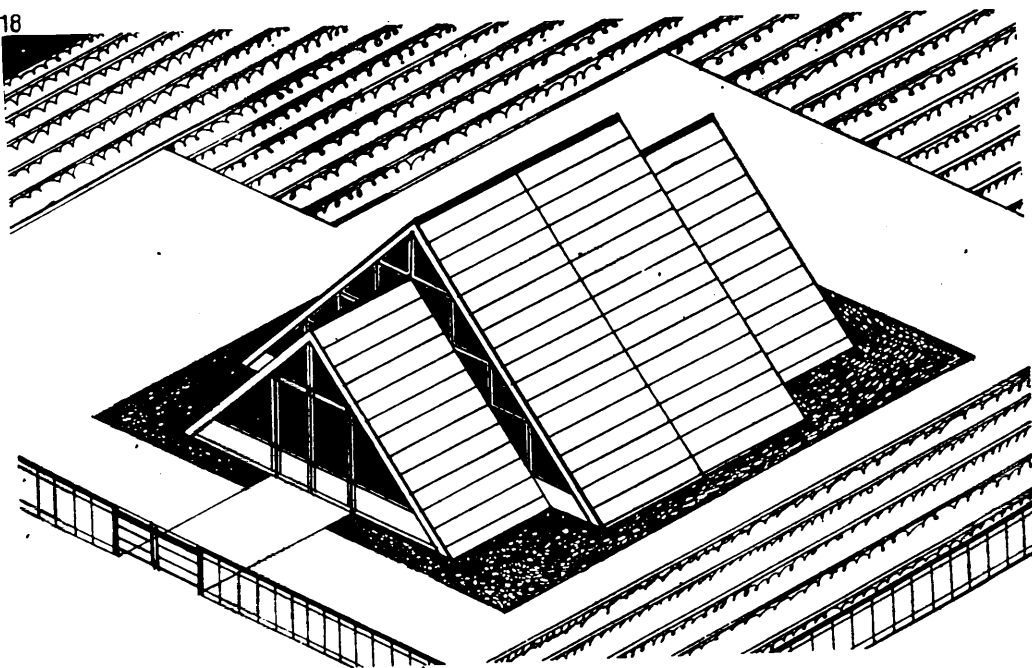
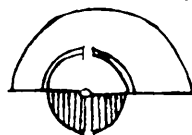
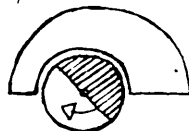
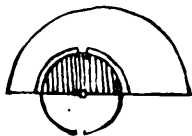
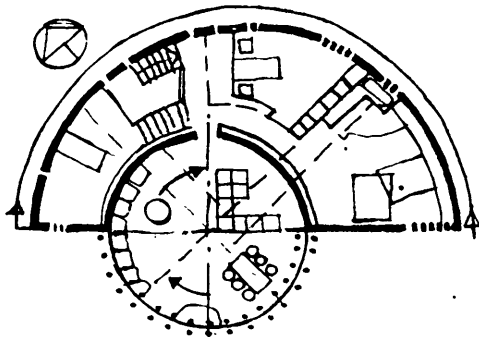
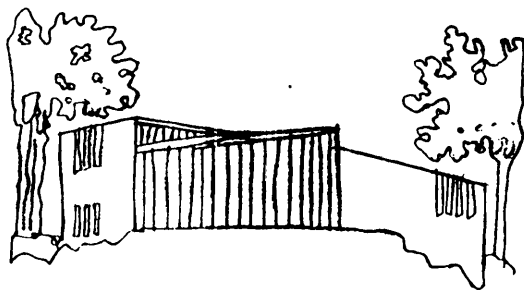


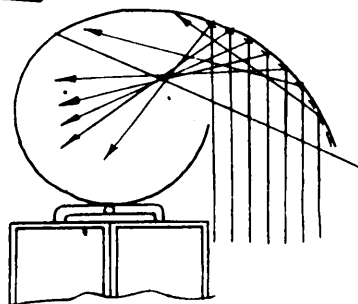
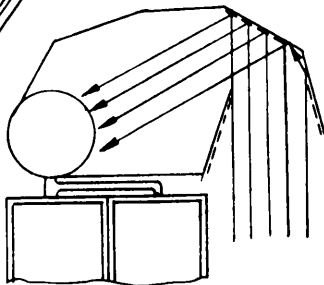
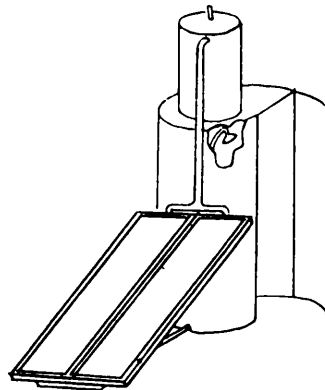
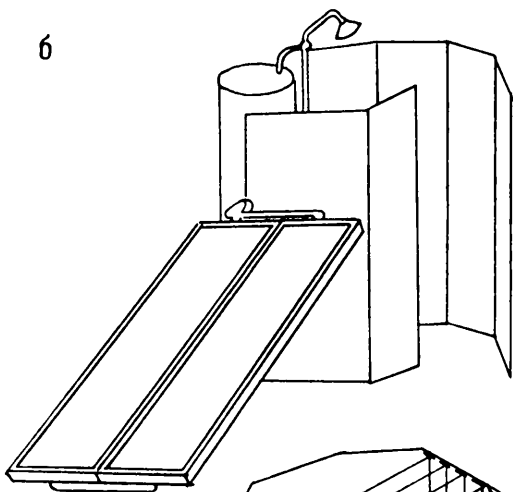
Рис. 118. Биотектонические здания

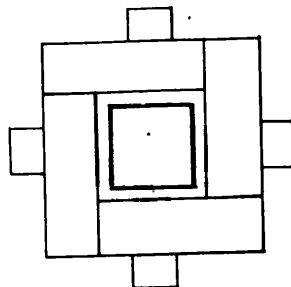
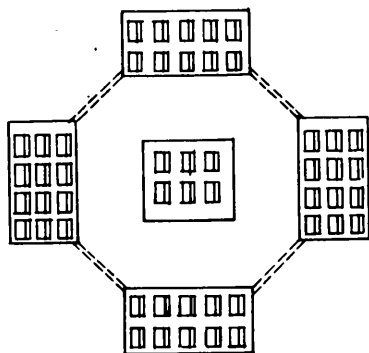
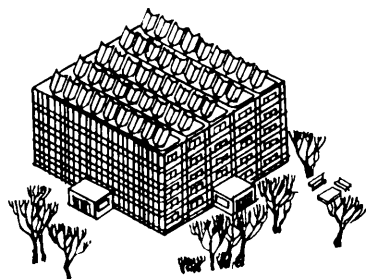
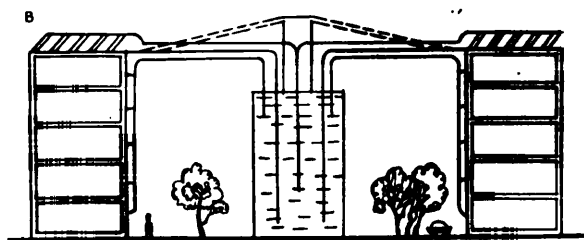
а — поворачивающийся дом, следящий за Солнцем (патент Франции № 2 568 910); б — здание с естественным освещением и отоплением (авт. свид. № 1 127 963, СССР); в — строительный гелиокомплекс (авт. свид. № 1 131 991, СССР); г — здание с трансформируемыми наружными стенами (авт. свид. № 327 312, СССР)

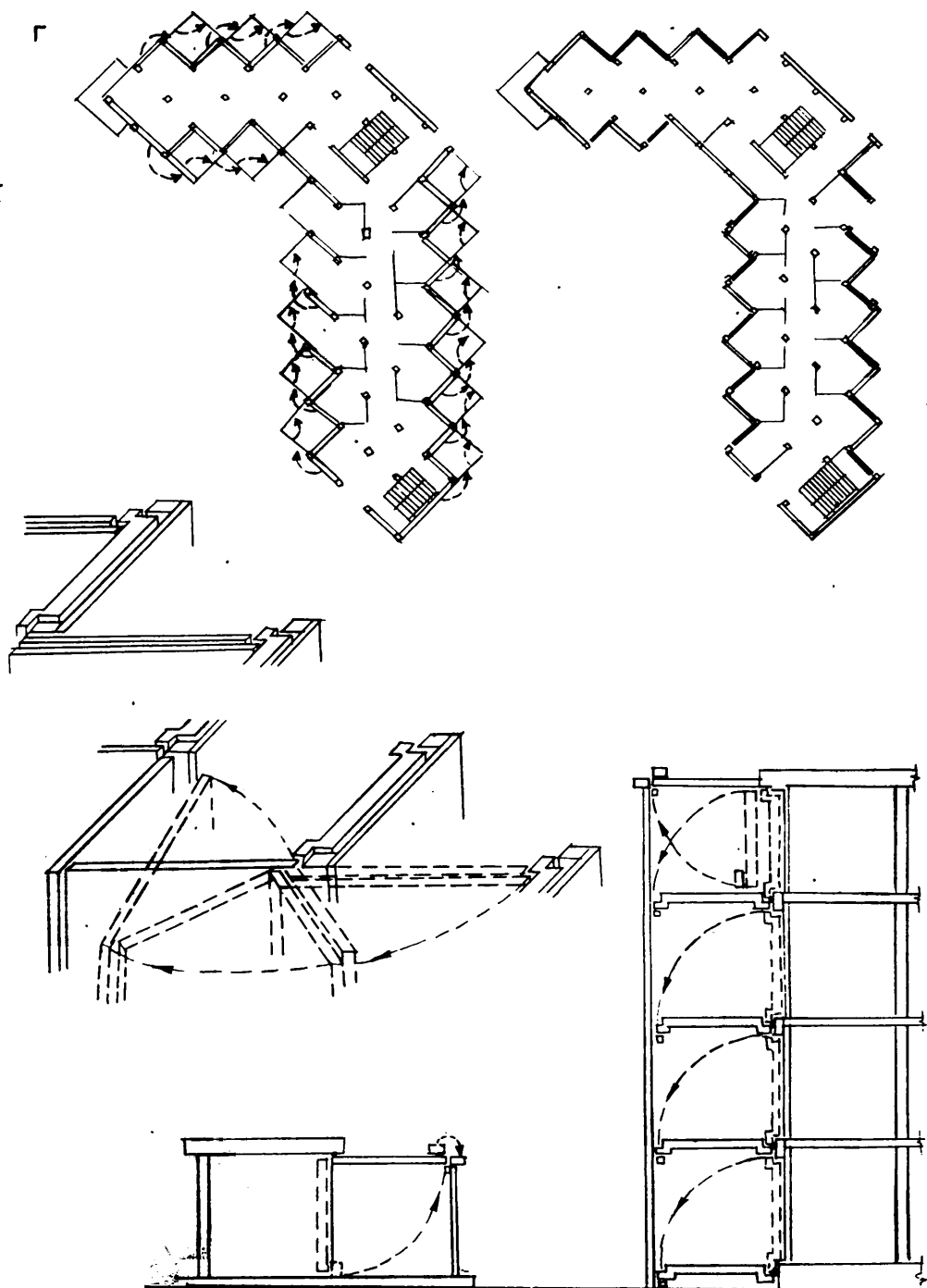
а



б







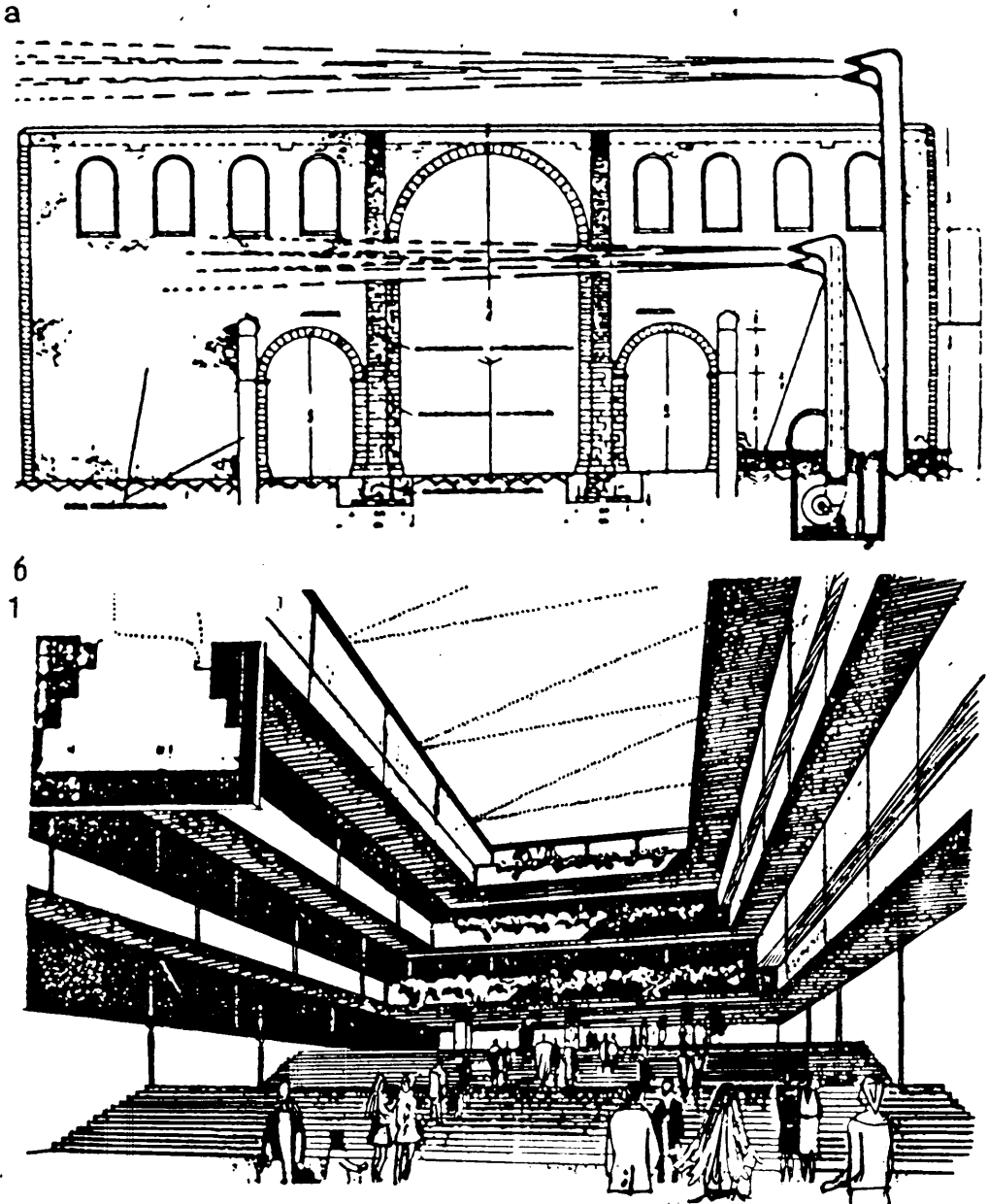
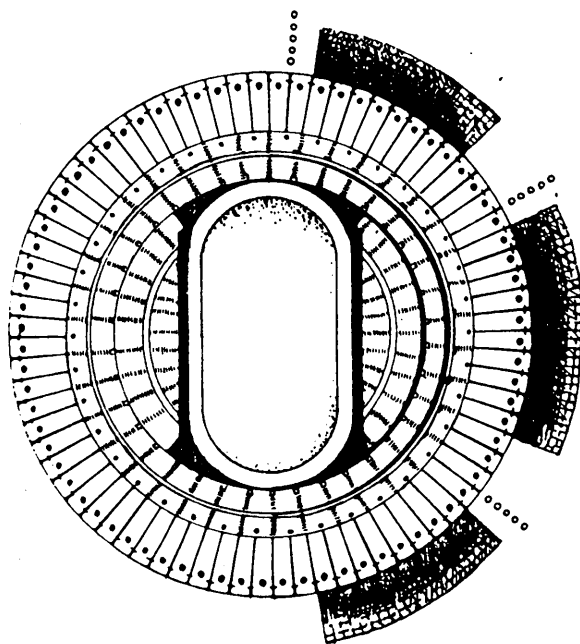
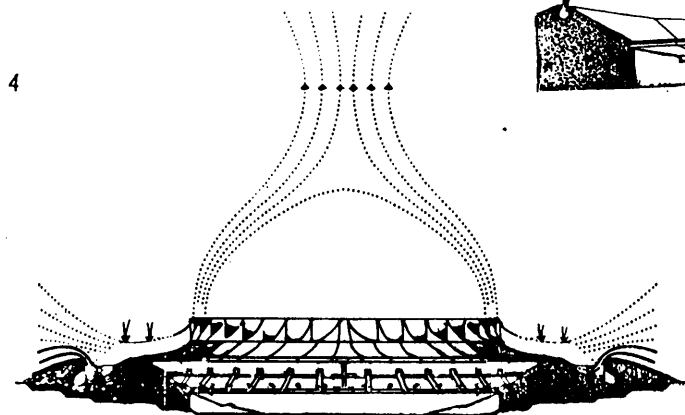
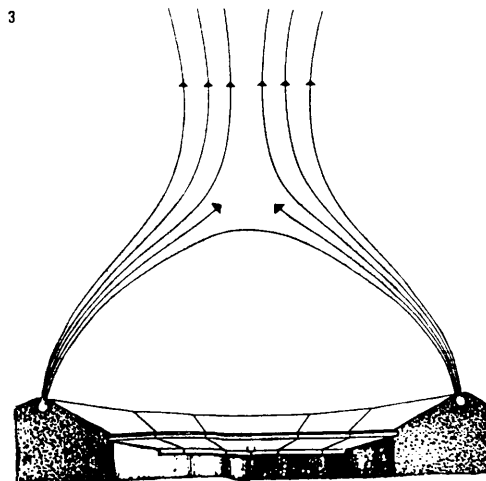
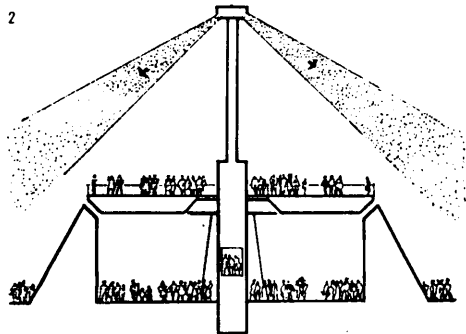


Рис. 119. Проекты зданий, перекрываемых струей воздуха
а — проект перекрытия с помощью воздушного потока над монастырскими руинами

в Бад Херсфельде (архит. В. Рунау и худ. Е. Клайн, 1969 г.); б — проекты с использованием воздушного потока для перекрытия (авторы Б.

Эткин и П. Гоэринг); 1 — перекрытие улиц; 2 — перекрытие верхней террасы стадиона — выдувание воздушного потока из цент-

ральной мачты; 3 — перекрытие круговым воздушным потоком; 4 — проект стадиона на 55 — 60 тыс. зрителей, разрез и план



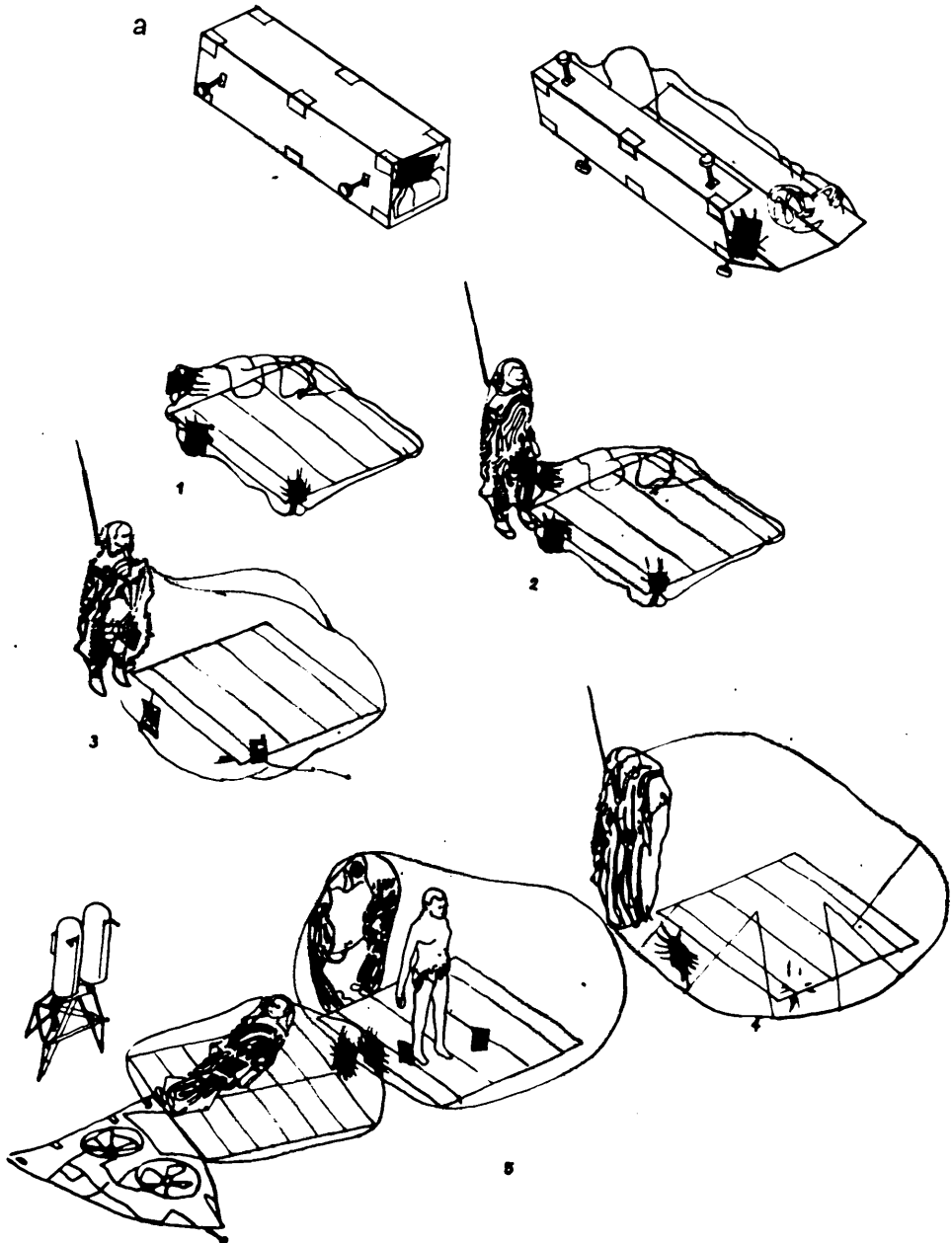
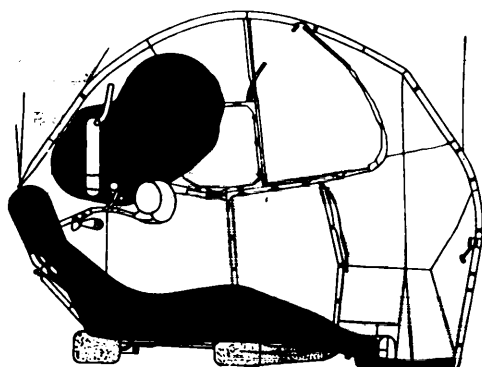
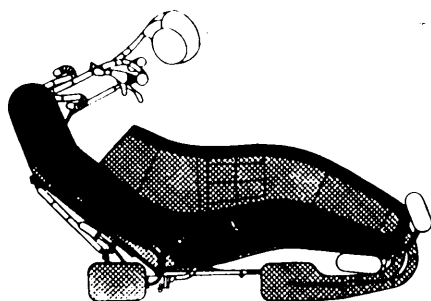
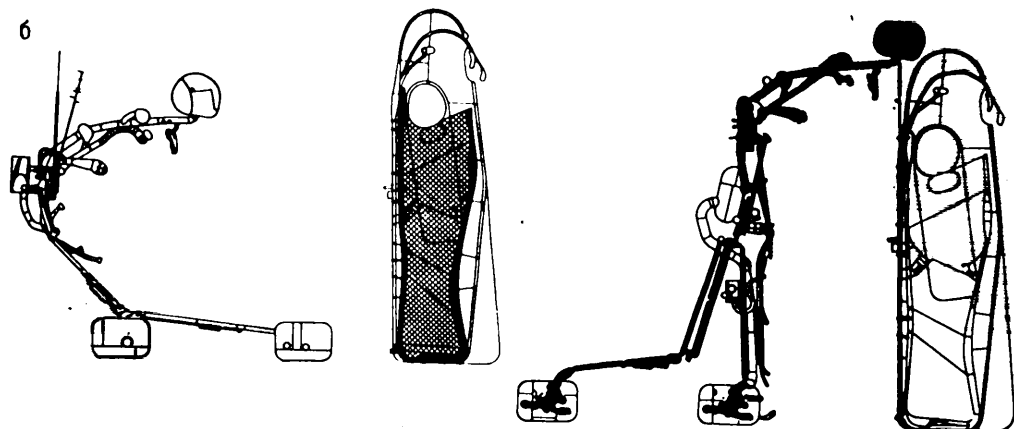
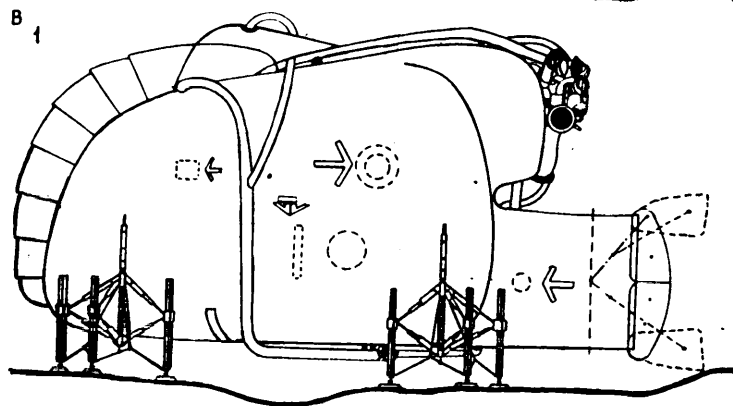
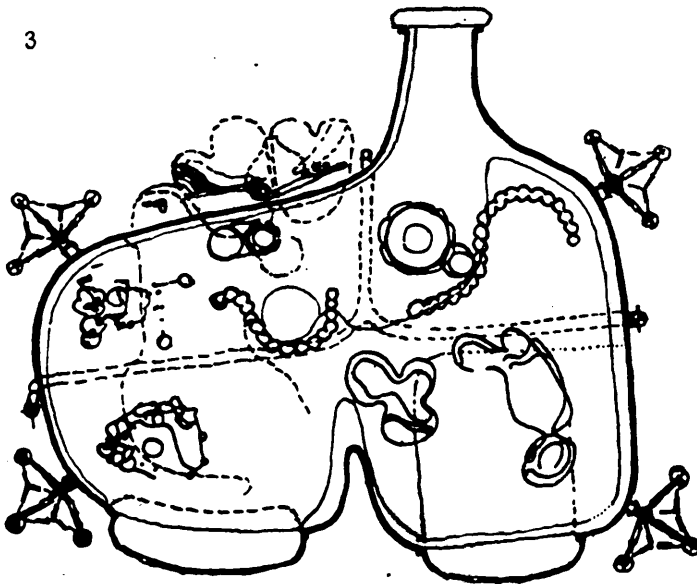
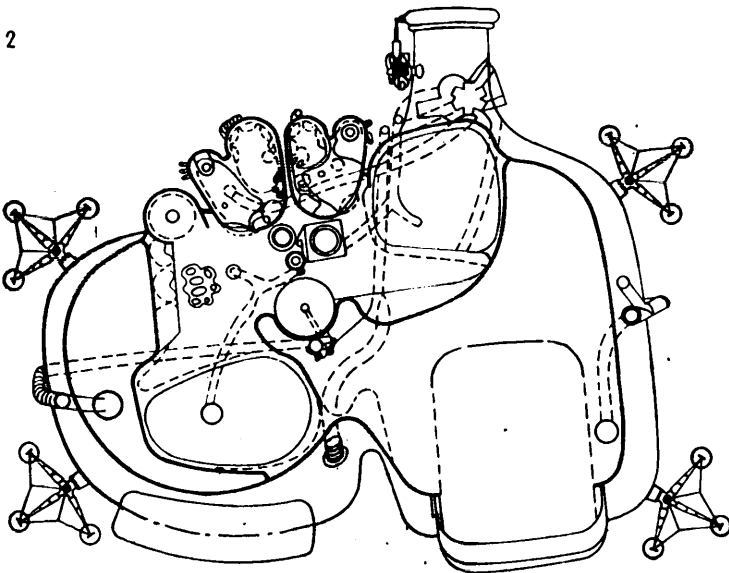


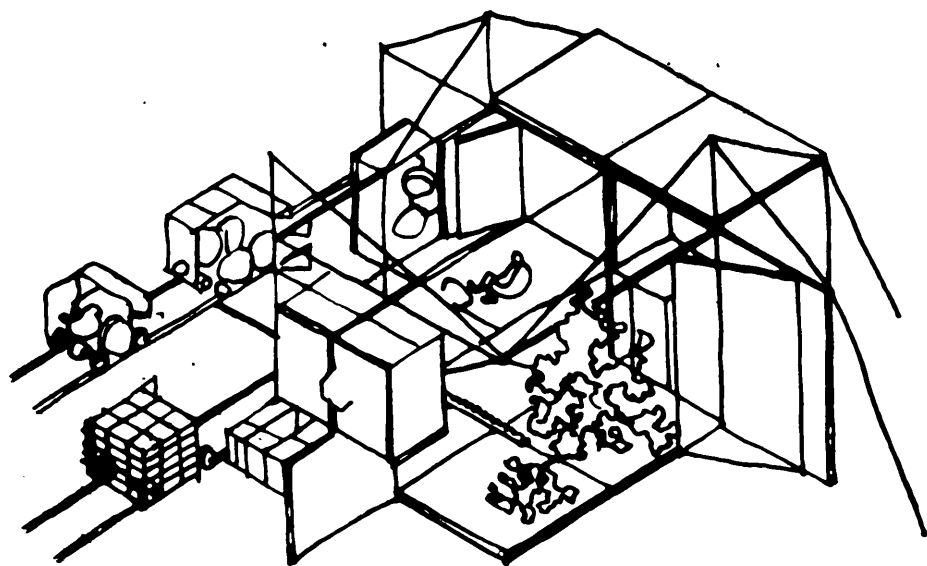
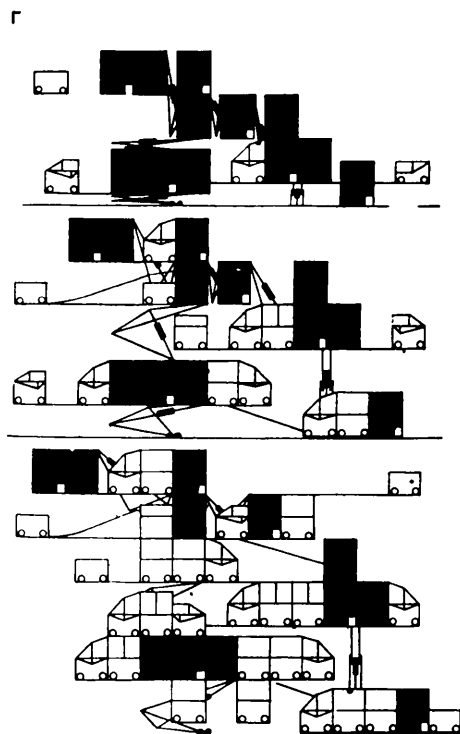
Рис. 120. Проекты архитектурной группы "Архигрэм"
 а — проект дома одежды "Кашикл" (архит. М. Вебб); 1 — 3 — стадии трансформации; б — проект минимизированного жилья, стадии трансформации; в — проект

"Жилой кокон" (архит. Д. Грин); 1 — фасад; 2 — планы; 3 — проект "Управляемый дом" (архитекторы М. Вебб и Д. Грин), стадии трансформации, аксонометрия (фрагмент)

6

В
1





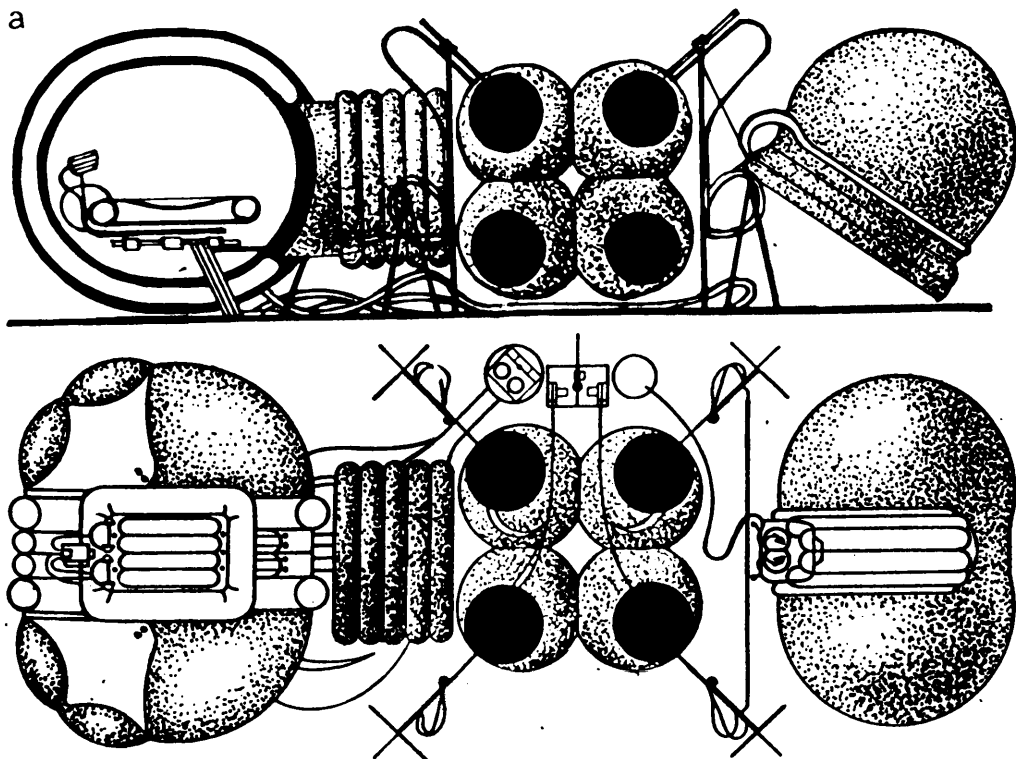
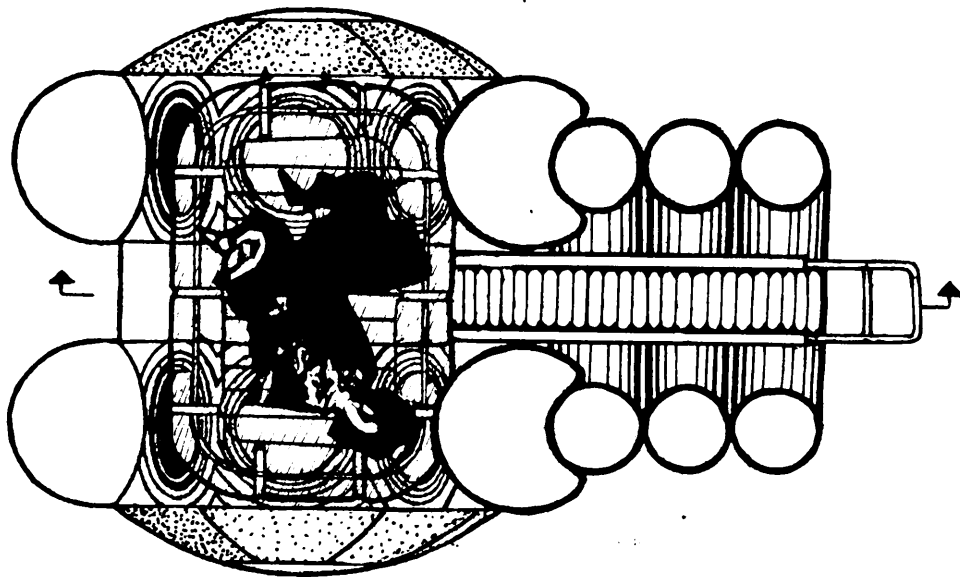
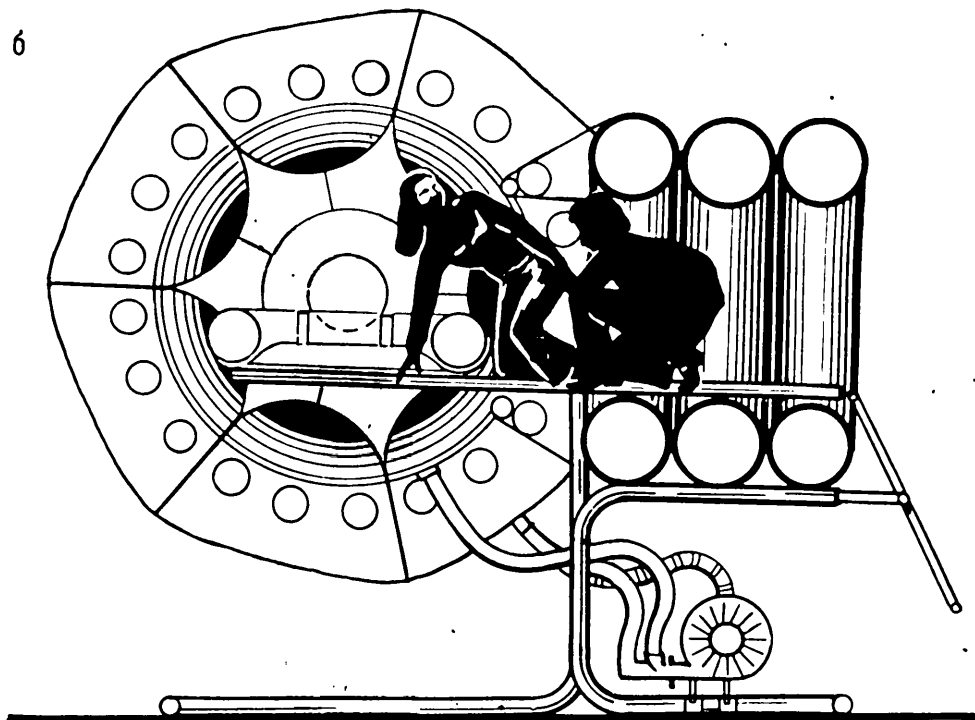
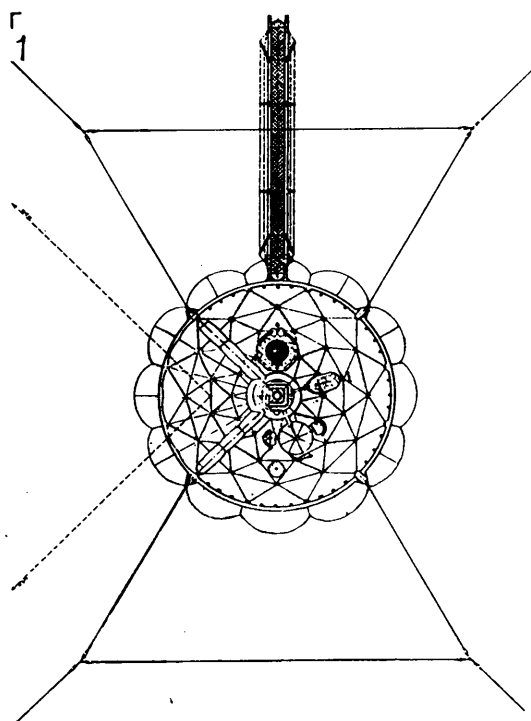
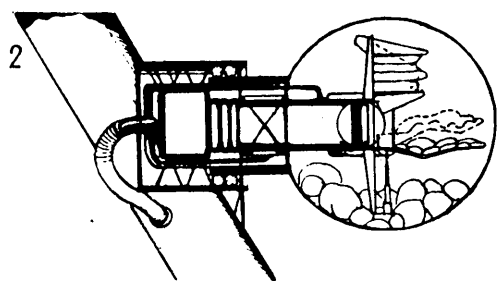
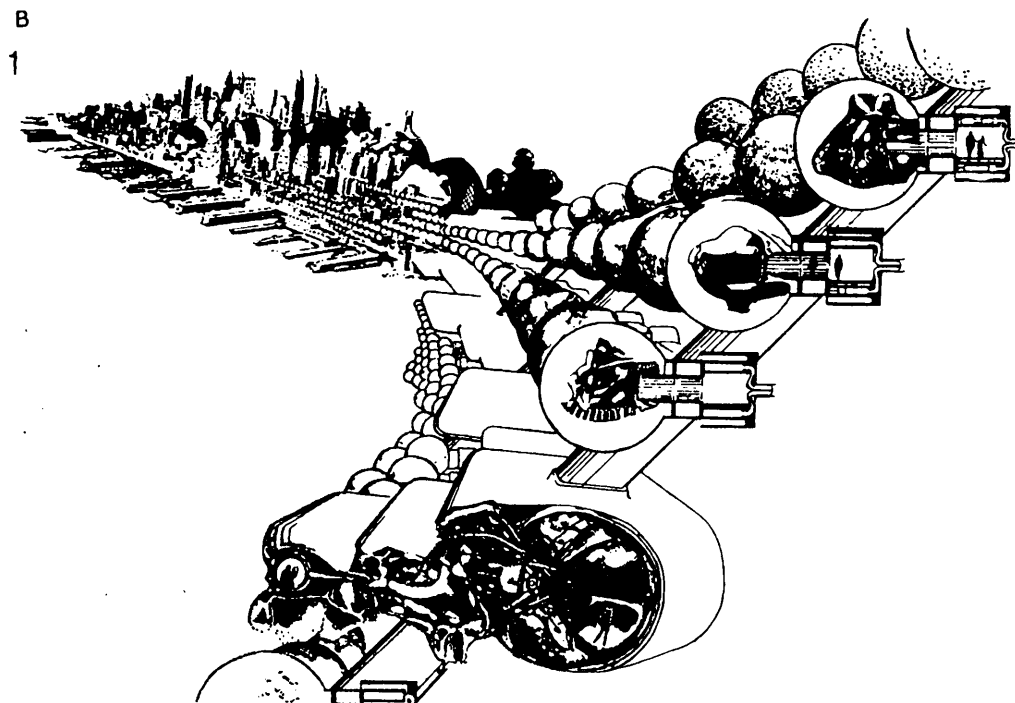


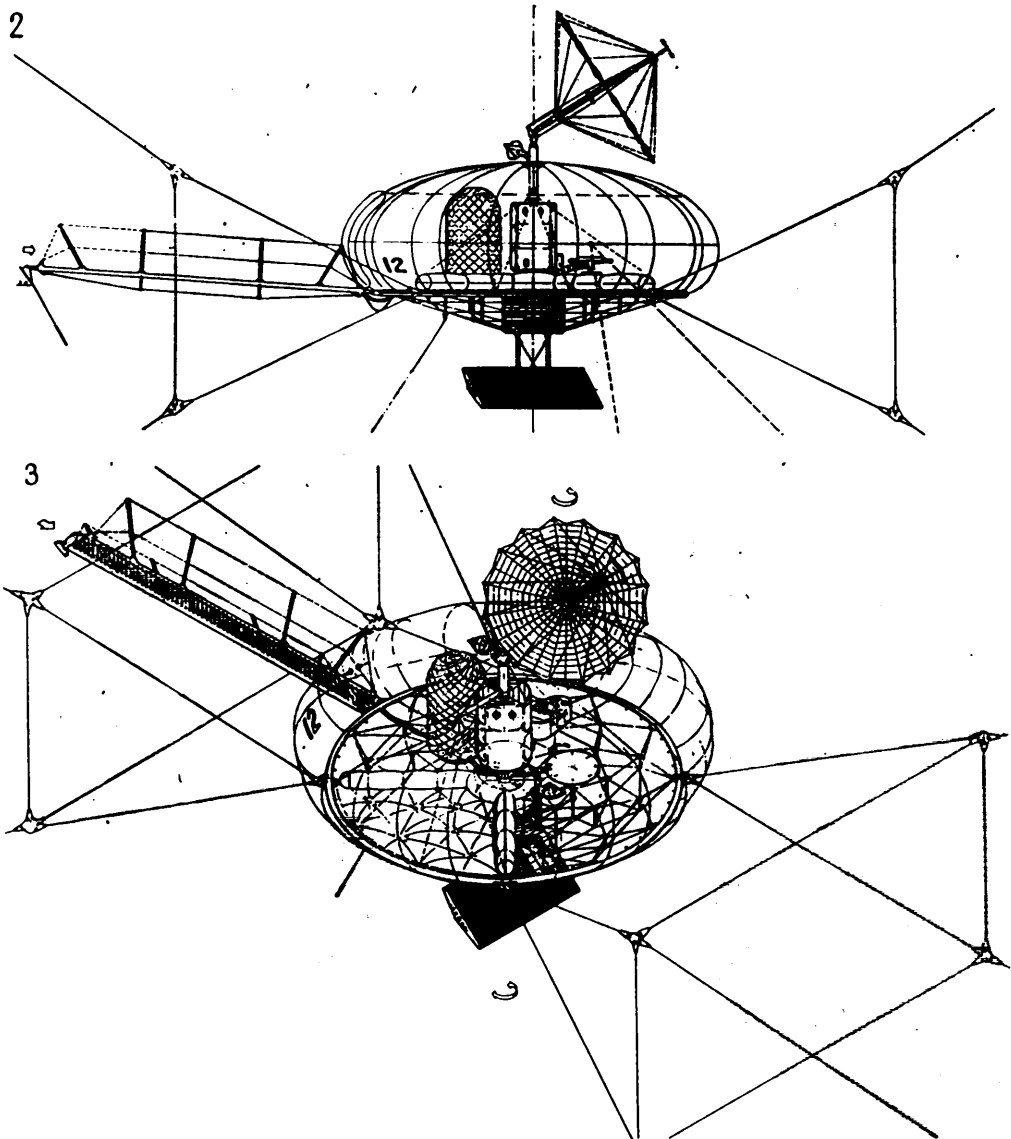
Рис. 121. Архитектура рас-
слабления
а — проект "Вилла Роза"
(группа Кооп Химмельблау,
1969 г.); б — разрез и план;
в — ячейка "Желтое сердце"
(группа Хаус-Рукер-К", 1968
г.), разрез и план; г — проект

"Пневмокосм" (группа Хаус-
Рукер-К", 1967 г.); 1 — общий
вид нового комплекса; 2 —
разрез ячейки; 3 — проект
"Пузырь" (фирма "Системы
будущего", архитекторы Я.
Каплицкий и Д. Никсон); 1 —
план; 2 — фасад; 3 — аксоно-
метрия

6







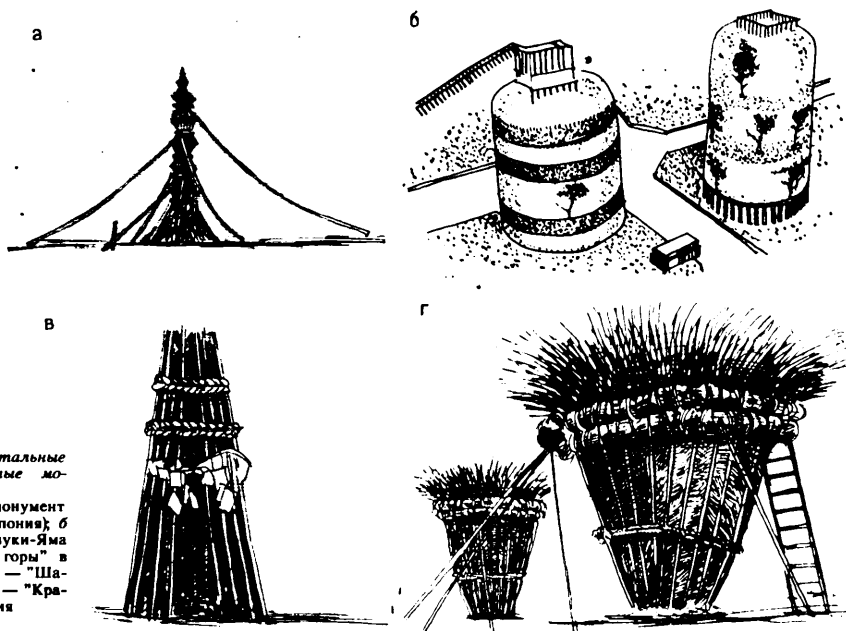
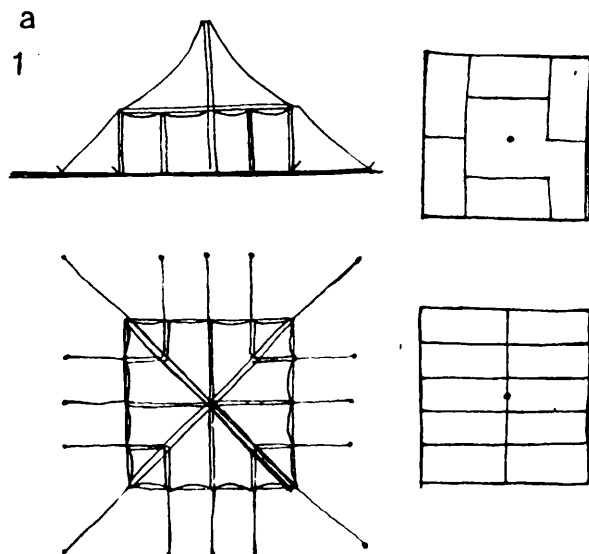


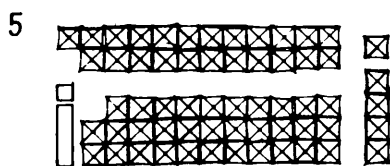
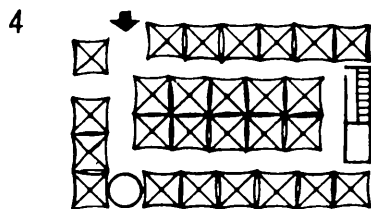
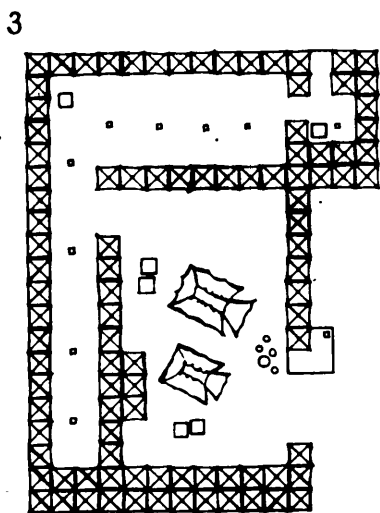
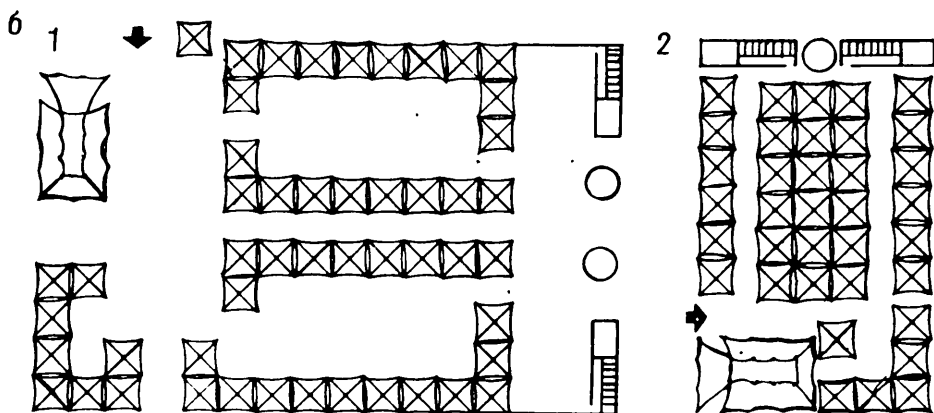
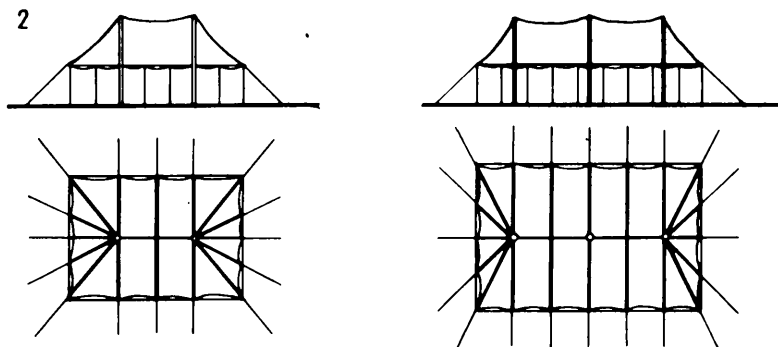
Рис. 122. Сакраментальные объекты — временные монументы

а — "Колонна" — монумент на острове Ното (Япония); б — две из трех гор Тзуки-Яма — монумент "Три горы" в Химайи (Япония); в — "Шалаш", Япония; г — "Кра-тер" — воронка, Япония

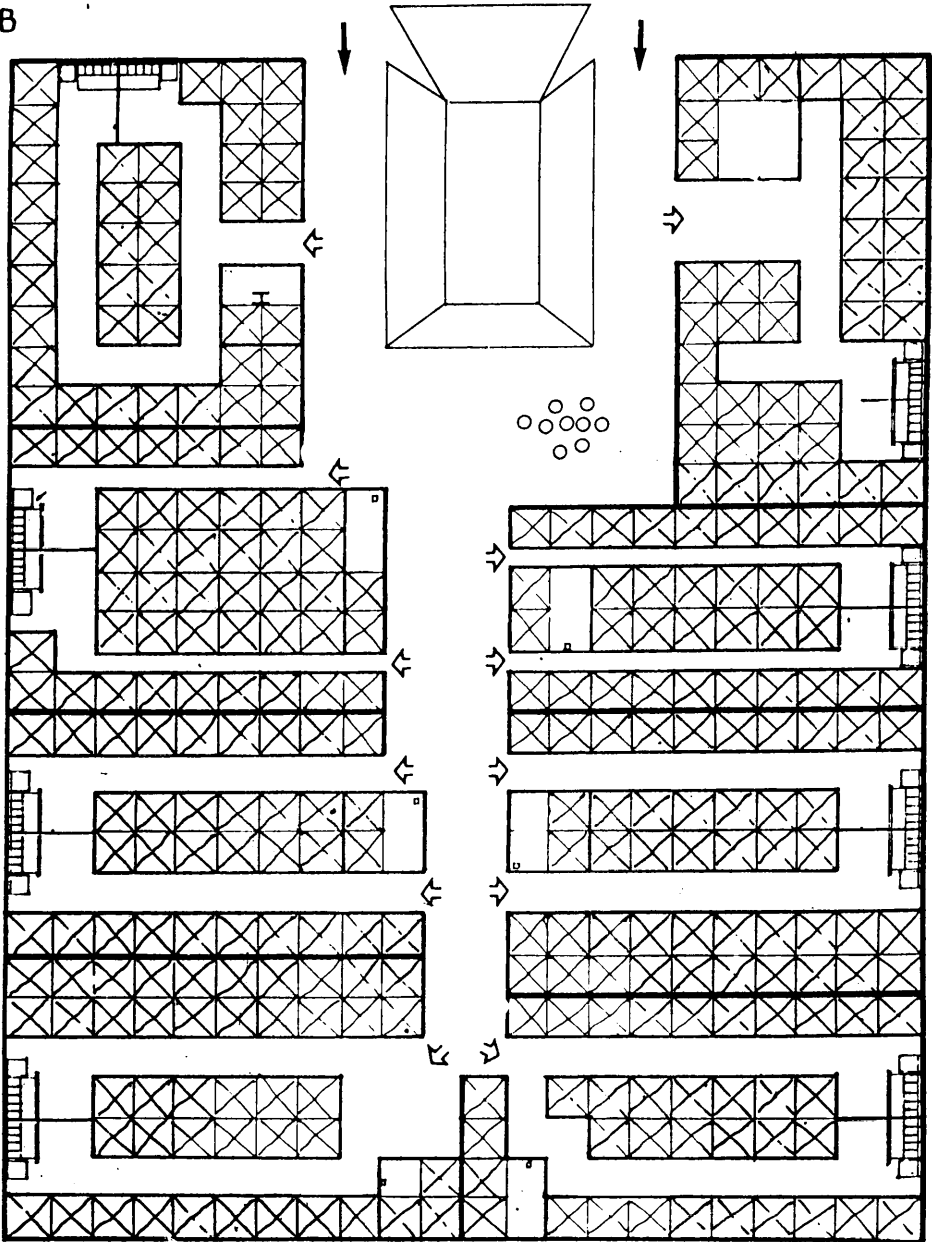
Рис. 123. Поселения для пилигримов

а — виды палаток: 1 — квадратная 4×4 м; 2 — прямоугольные 6×7 м и 6×9 м; б — большие палаточные лагерь: 1 — из 48 палаток; 2 — из 36 палаток; 3 — из 98 палаток; 4 — из 26 палаток; 5 — из 60 палаток; в — большой палаточный лагерь для 2500 пилигримов (с. 361 — 363)





В



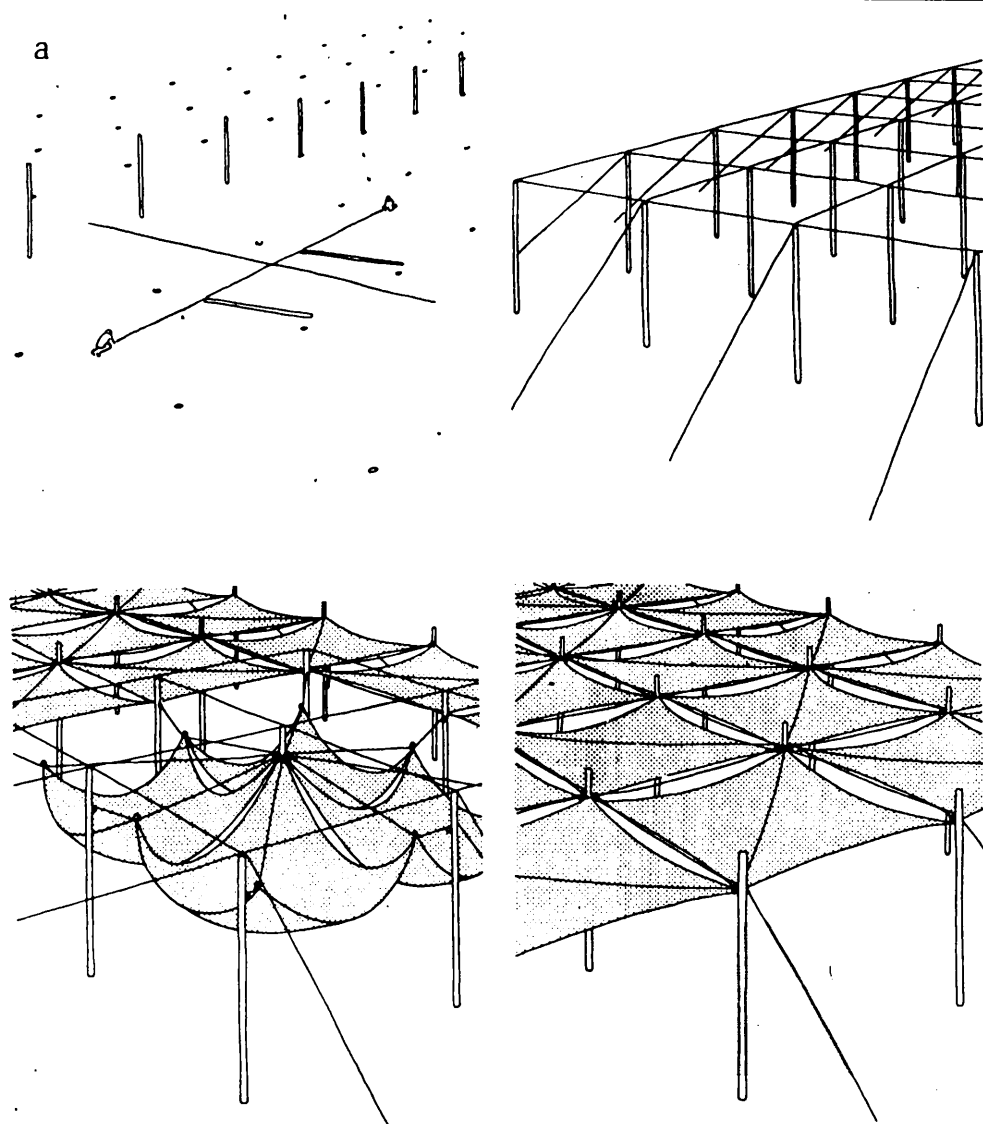


Рис. 124. Конструкции, регулирующие климат помещений
а — монтаж тенезащитных

приспособлений; б — тенезащитное покрытие над террасным микрорайоном, расположенным в котловане с озером

и др. Результаты конкурса дали интересные предложения как в градостроительном, так и в объемно-пространственном и конструктивном отношениях и были подробно опубликованы в специальной литературе [96, 112].

Как уже отмечалось, важное значение имеет использование кинематически трансформируемых систем при решении проблемы адаптации зданий и сооружений с целью улучшить климатические параметры помещений. Практически это связано с усилением или ослаблением влияния факторов среды обитания, необходимостью защиты от них здания или сооружения на опреде-

6

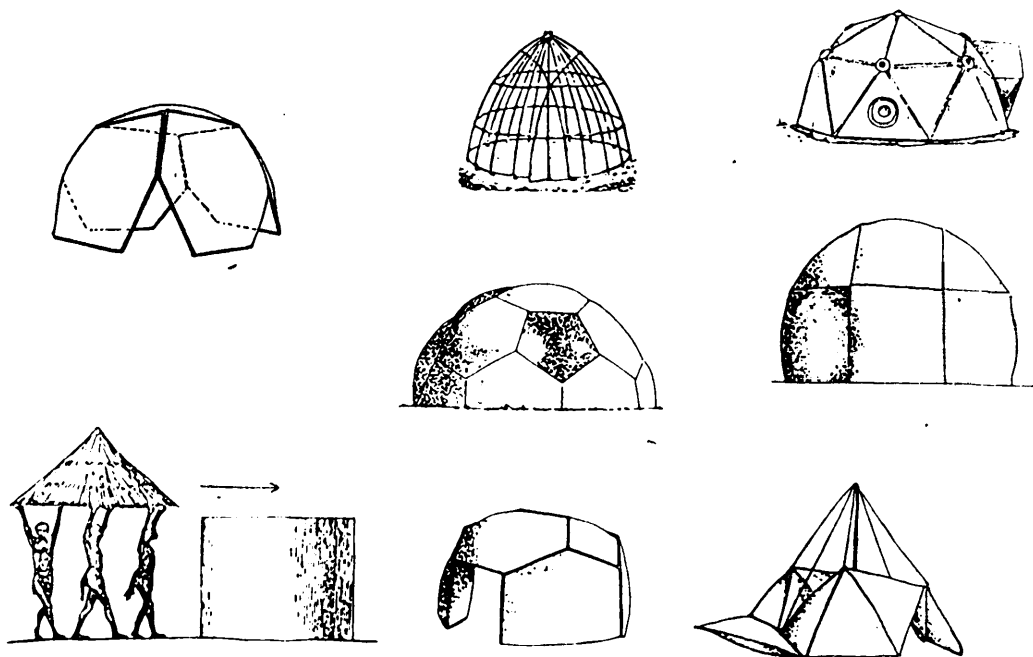
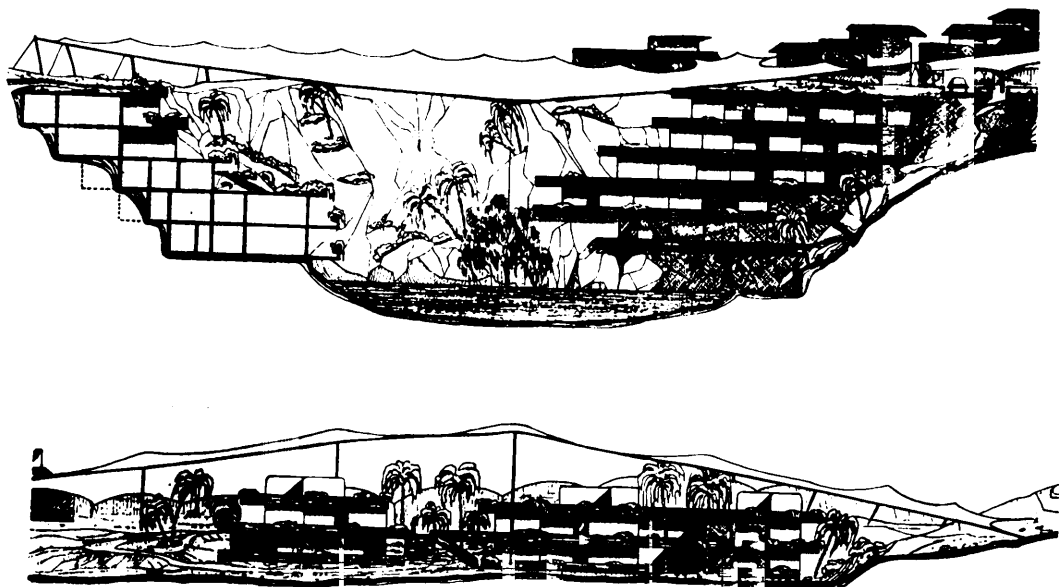


Рис. 125. "Самостроительство". Примеры структур, построенных вручную из местных материалов

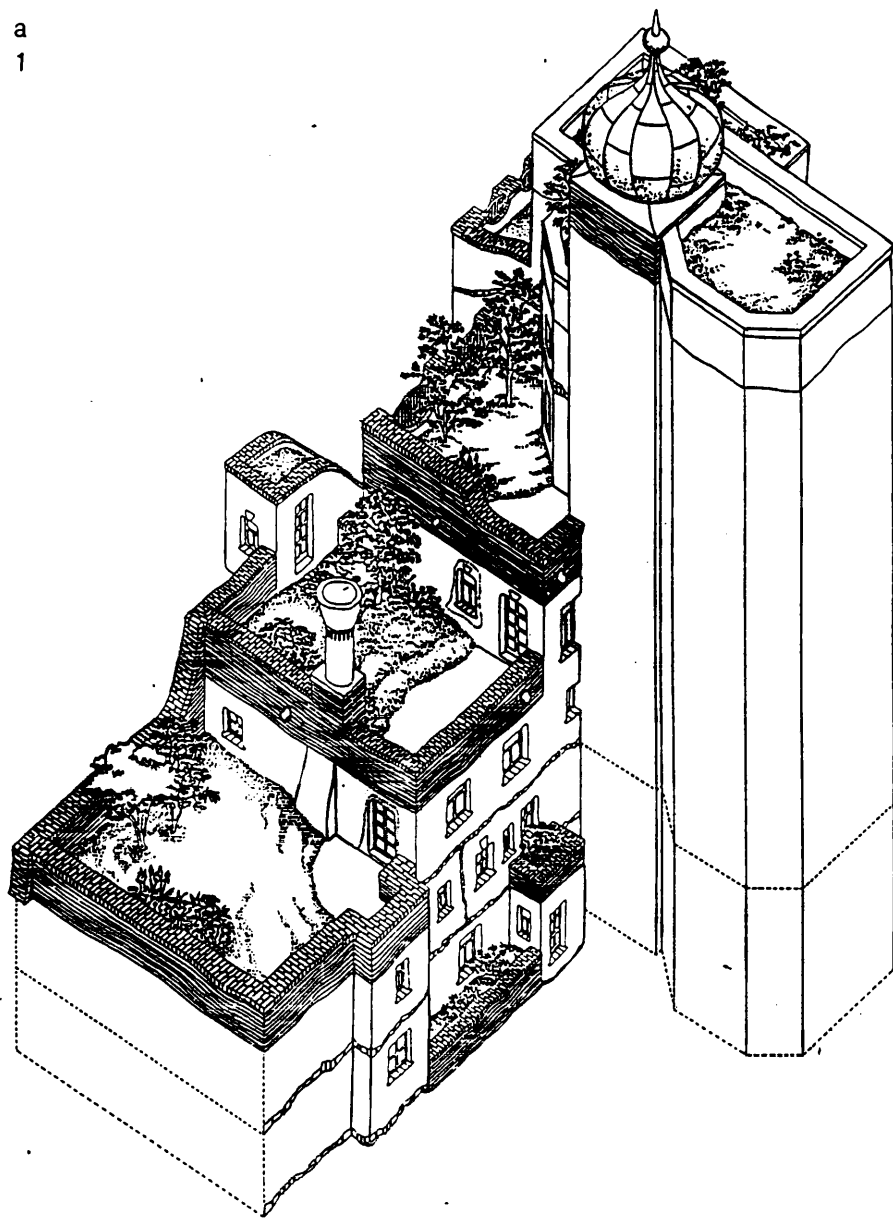
а
1

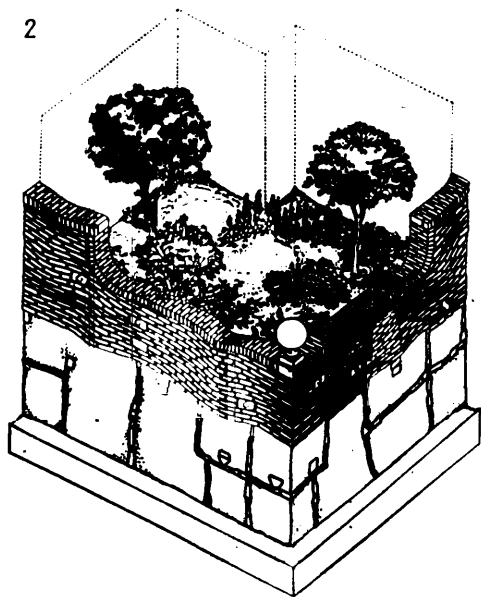
Рис. 126. Жилой дом Ф. Хундтвассера в Вене (с. 366 — 371)

а — организация террас-садов на крыше дома; 1 — общий вид дома; 2, 3 — решение

отдельных садов; б — включение растений в решение фасада дома; в — использование кривых линий в решении деталей лоджий

ленный период времени. Особенно эта проблема важна в районах пустынь, где легкие тентовые конструкции, быстро реагирующие на изменение температурно-влажностного режима и создающие благоприятный микроклимат, совершенно необходимы (рис. 124).

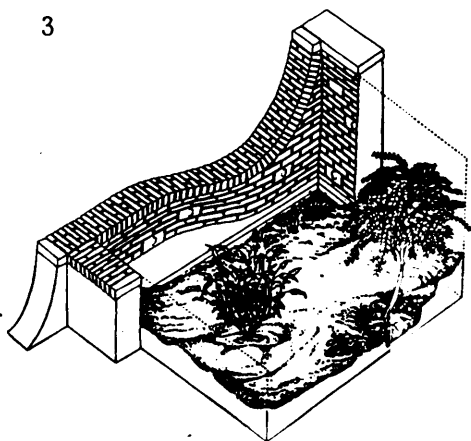
2



Проблемой климатизации помещений с использованием принципов динамической адаптации занимаются многие специалисты, что дает целый ряд примеров регулирования климата в зданиях и сооружениях. Это в первую очередь общественные здания (культурно-зрелищные, спортивные и т. п.), например, центр досуга в Рюлцхайме (архитекторы Р. Клейне, К. Г. Кюн, К. Рихарт, 1971 г.), центр отдыха и спорта в Тучсоне (архитекторы Л. Мелдин, В. Аллен, 1976 г.), покрытие над термальным источником в Баден-Бадене (архит. Р. Гутброд, 1974 г.), а также жилые здания, например жилой дом в Вармбронне (архитекторы Ф. Отто, Р. Криер, 1967 г.).

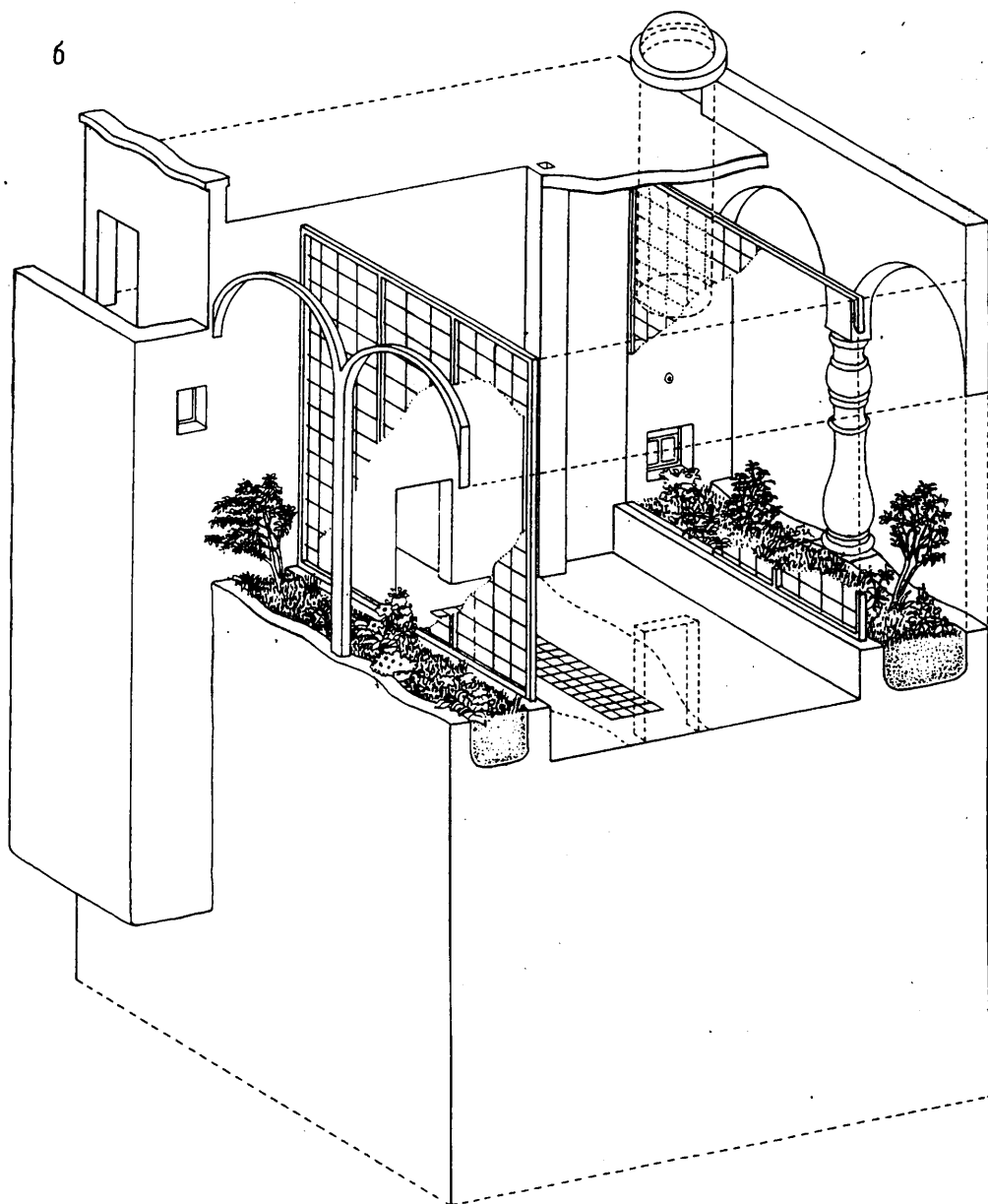
Проблема, поднятая еще И. Фридманом [61] и связанная с развитием строительства зданий, адаптирующихся к изменяющимся потребностям людей путем "самостроительства", актуальна с экономической и экологической точек зрения. С первого взгляда по сравнению с рассмотренными выше типами автоматически управляемых конструктивных систем эти здания и сооружения кажутся архаикой. Однако

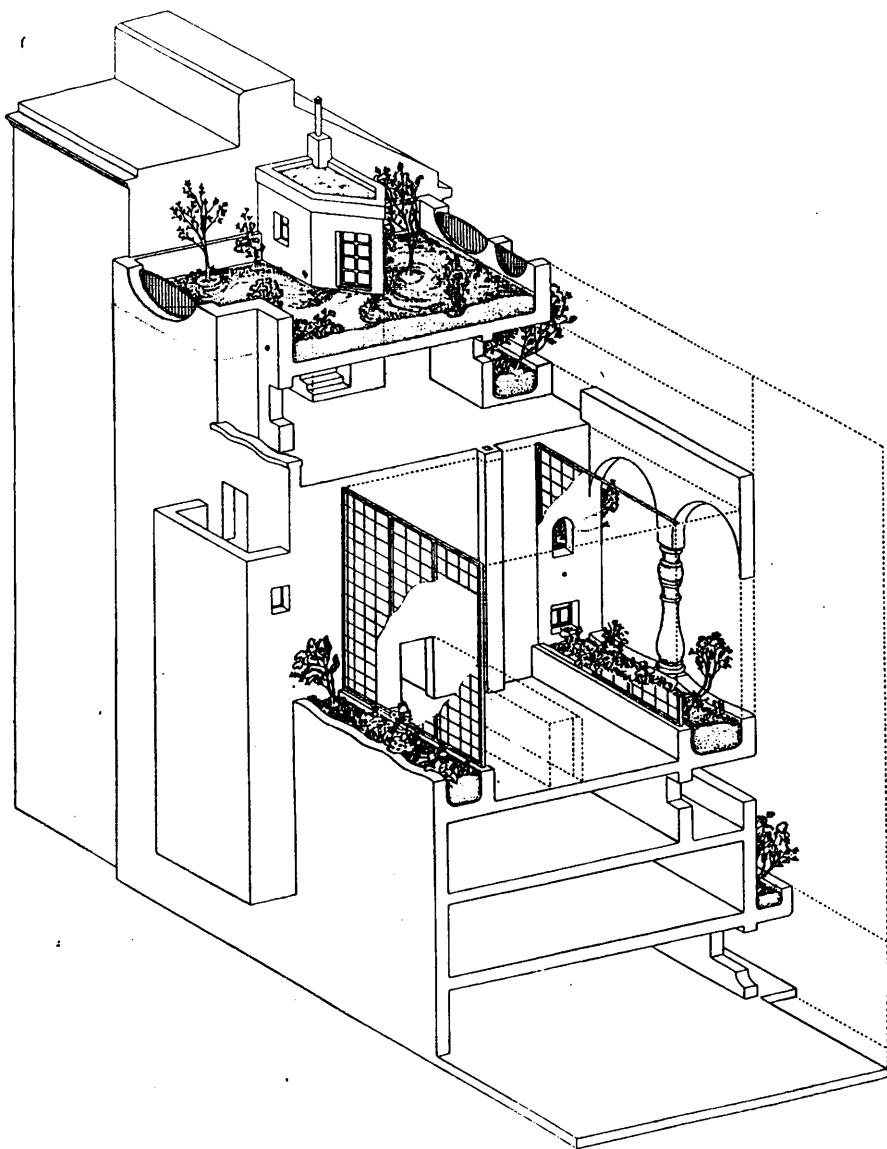
3



создание быстровозводимых зданий вручную из местных строительных материалов решает многие задачи, включая и психолого-творческие. Практически это раскрывает большие возможности в формообразовании зданий (рис. 125) и позволяет изменять размеры и форму зданий в зависимости от сложившейся ситуации и вкусов людей. Всегда считалось, что жизнь в доме, созданном своими руками, приносит большие радости, чем в "чужом" доме. Помимо психологических и эмоциональных преимуществ такое строительство дает и большие экономические и социальные выгоды, так как решает проблему создания жилья минимальными средствами путем использования местных подручных материалов без устройства дорогостоящих и разрушающих природный ландшафт фундаментов. Это во многом может решить проблему жилья как в различных экстремальных ситуациях, так и в обычных условиях (отдых, туризм, теплые навесы и т. п.), побуждая людей помогать себе самим. Кроме того, в таких случаях происходит осмысление проекта как проявление индивидуального интеллекта человека и в то же время как коллективного творчества в совместной работе при строительстве таких домов. Это ведет к так называемой гуманизированной технологии, "прислушивающейся" к индивидуаль-

6

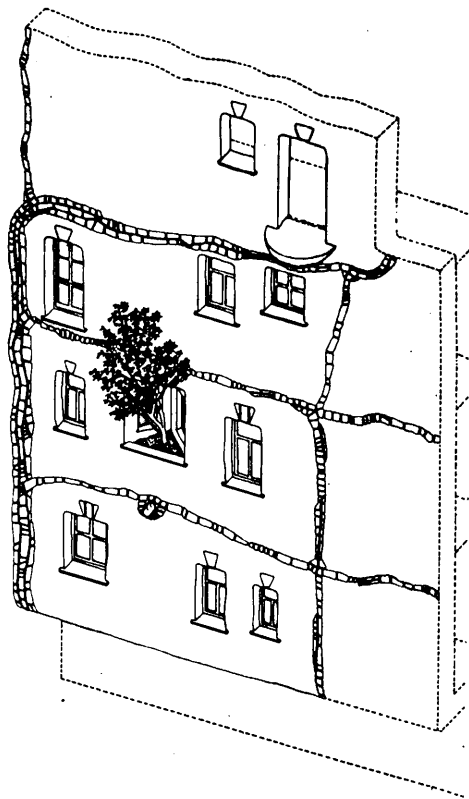
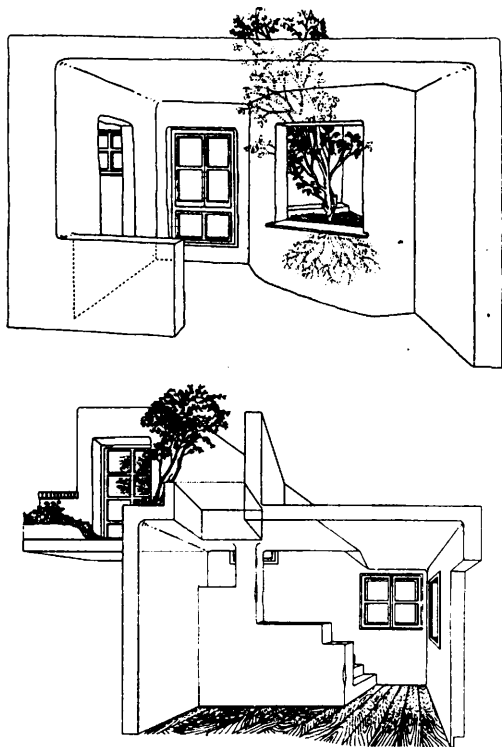




ному голосу и вырабатывающей критерии совершенства жизни, чтобы смягчить негативное влияние окружающей среды путем использования способов уменьшения массы материалов и энергетических источников.

Адаптация архитектурных объектов путем "самостроительства" находит отражение в творчестве архит.

Фриденсрайха Хундертвассера, который в своих философских размышлениях считает жилище третьей кожей человека, следующей за второй кожей — одеждой. По его мнению, человек должен выбирать себе жилище и организовывать его на свой вкус, подобно тому как он примеряет одежду. Вместо этого жилище проектируется архитектором,



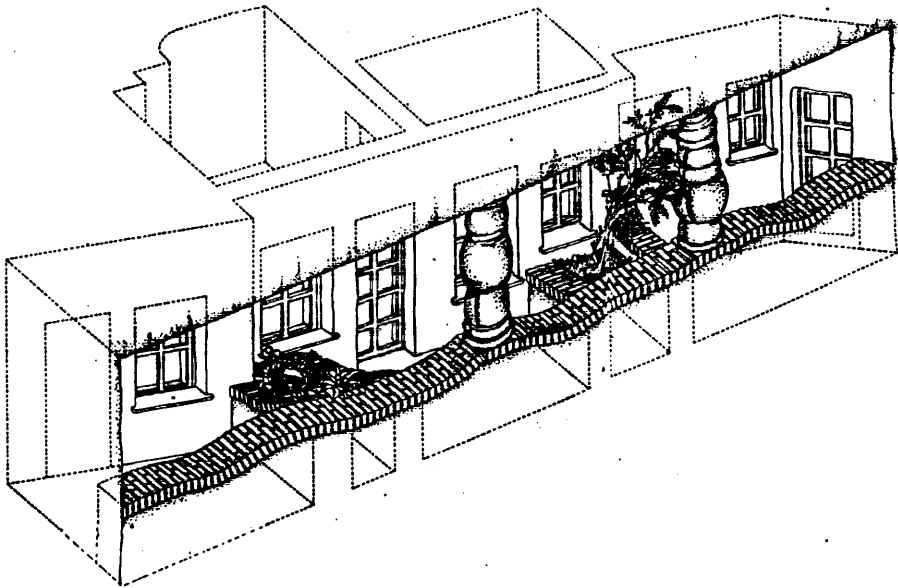
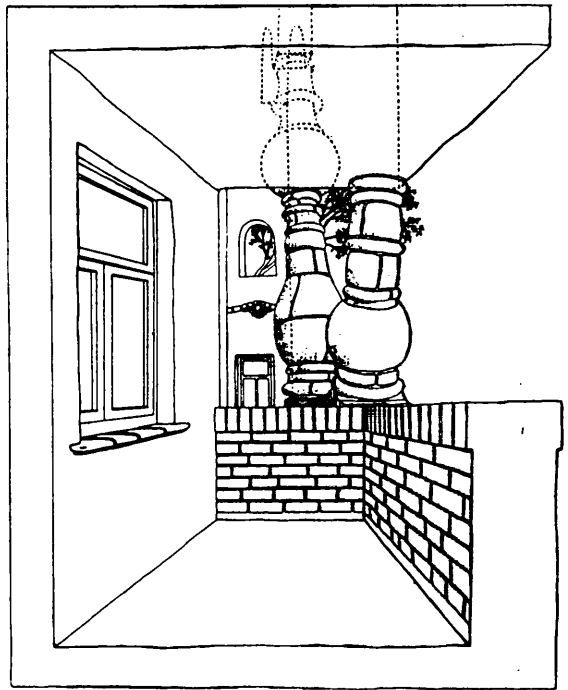
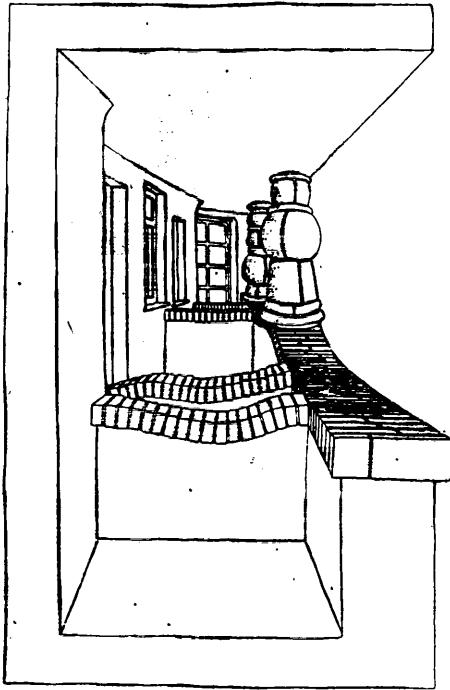
строится по его проектам и представляется нам как априори. У человека не остается возможности для изменения и реорганизации в будущем. Небольшая кучка архитекторов, по мнению Хундертвассера, решает эстетические вопросы архитектуры, заявляя, что жилище должно быть рациональным, функциональным и ни в коем случае каким-либо другим.

Благодаря уничижительному определению всего, что не соответствует заранее установленным архитектурным нормам как халтуры, или кича, его плодотворная конфронтация с архитектурой заранее исключается, особенно в индивидуальном жилище. Последствием такой "диктатуры проживания" явилось то, что из жизни человека изъяли что-то существенное. Право на собственный вкус ограничивается, по мнению Хундертвассера, строительными нормами и договорами об аренде, хотя

человек может организовать свою жизнь в жилище исходя из собственных идей, чувств и на основе прошлого. Сегодня архитектура, как считает этот архитектор, преступно стерильна, так как всякая строительная деятельность кончается в тот момент, когда люди поселяются в доме (в то время как она должна только начинаться после заселения). Таким образом, эта "диктатура" отобрала у нас все человеческое и заставила преступным образом ничего не изменять на фасаде, в плане, внутри помещений, а также в области цвета. Даже владельцы собственных квартир подлежат цензуре (см. закон), что является характерными чертами клетки, тюрьмы или хлева. Каждый должен строить, не имея диплома и пока не существует для этого свободы, не существует настоящего искусства.

Зависимость от "архитектурного менталитета Баухауза", по мнению

8



Хундертвассера, и от индустриального домостроения начисто убила всякую индивидуальность и человечность в жилых зданиях. Люди оказываются загнанными в одинаковые клетки подобно скоту для откорма. Удивительно ли, что они пытаются все чаще бежать из своих тюрем, в которых тем не менее проводят большую часть своей жизни? Последствием этого стали чрезмерная застройка пригородов домами для уик-эндеров и укореняющееся мнение, что отпуск нужно проводить как можно дальше от своего дома.

Хундертвассер предлагает раскрепостить людей с помощью архитектуры, а не поработить их. В свою архитектуру он активно включает природу: "Природа, искусство и созидание — одно целое. Мы сами разделили их". Чтобы начинающие архитекторы осознали этот симбиоз, они должны подобно врачам, дающим клятву Гиппократу, пообещать: "Я не буду строить дома, которые наносят вред Природе, животным и людям, особенно душам людей". Он считает неотъемлемым правом природы вернуть назад то, что было незаконно отнято у нее человеком. Например, землю, которую занял дом, следует поместить на его крышу. Этот принцип широко распространен (рис. 126, а, б) в его проектах, где подтверждается тезис о том, что дом должен не только вписаться в Природу — он должен сам стать Природой, "перетекающим домом", создающим впечатление движущегося, живого.

Следующее важное положение Хундертвассера — "кривая линия". Прямая линия безбожна и аморальна. Прямая линия — результат не творчества, а воспроизведения". Человек живет в хаосе и джунглях прямых линий и должен освободиться от них. Таким образом, использование линейки в архитектуре преступно. Линейка — символ современной неграмотности и инструмент разрушения архитектурного триединства "Архитектор — Строитель — Жилец". Отдельно никто из них не имеет прямого отношения к зданию:

архитектор не может предвидеть, какие люди будут жить в этом доме, строителю это совершенно безразлично, так как он не будет жить в этом доме, а жилец — не создавал, не строил, а только поселился. Это положение остается даже, если архитектор и строитель стараются строить по заказу жильца. Только в том случае, если архитектор, строитель и жилец являются одной и той же персоной, можно говорить о настоящей архитектуре. Современные здания, которые фабрикуются, не являются архитектурой, человек должен приобрести свои критико-творческие функции, которые он потерял, что ведет к потере существования как человека. Чтобы избежать стерильности и анонимности современной жилищной архитектуры, Хундертвассер отстаивает право жильца высунуть из своего окна и оформить наружную стену, насколько он сможет достать рукой ("оконные права") снаружи (рис. 126, в).

В противоположность сложившемуся правилу процесс строительства дома может быть открытым, он должен сопровождаться непрерывными исправлениями, спонтанными идеями и творческим участием рабочих. После того как жильцы въедут в дом, он будет продолжать расти и начнет жить. Аналогичные концепции были между тем приняты молодыми архитекторами, которые вовлекали будущих жильцов в проектирование. Критикам, которые говорят о высокой стоимости таких зданий, можно возразить, что благодаря определенной атмосфере и качеству жизни в доме, построенном на этих принципах, снижаются расходы иного рода. Жизнь в гармонии с природой предотвращает вандализм, детскую (подростковую) преступность, неудовлетворенность, алкоголизм, невроты, бегство из городов, потерю работы и падение самоуважения и человеческого достоинства. Последствия этих несчастий требуют несоизмеримо большей платы, чем дома, удобные для людей. Обществу будет предъявлен счет несколько позднее, а планировщики и ар-

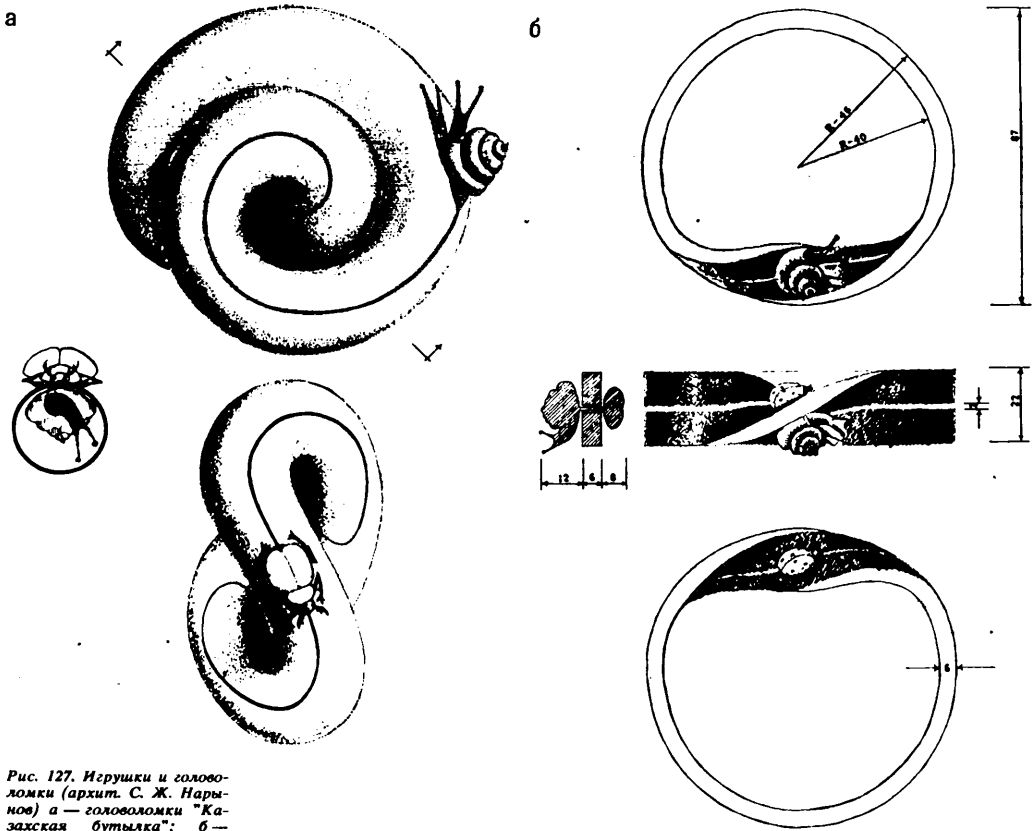


Рис. 127. Игрушки и головоломки (архит. С. Ж. Нарынов) а — головоломки "Казахская бутылка"; б — игрушка "Лента Мебиуса"

хитекторы будут отказываться от своей ответственности.

Кинематические принципы формирования применяются не только в области создания крупномасштабных архитектурных объектов, но и в области проектирования объектов дизайна (оборудования, мебели, предметов личного пользования и др.). Использование движения воды, света, тепловых изменений среды и др. в композиционном аспекте проявляется в различных областях организации среды обитания: от органи-

зации феерий, фейерверков до создания различного рода калейдоскопов, игрушек (рис. 127). Довольно подробно и глубоко эта проблема рассмотрена в специальной литературе [28 — 33] и привлекает внимание многих архитекторов, художников, дизайнеров. Главным формообразующим фактором в кинематическом формообразовании предметов является движение во всем многообразии используемых его видов — от механического до иллюзорного.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренная проблема создания искусственной среды обитания, адаптирующейся к изменяемым потребностям людей путем применения принципов динамической адаптации, переходит из концептуального аспекта в актуальный. Перед архитекторами и специалистами стоит огромная ответственность, так как при решении этой проблемы им необходимо найти возможность стимулирования внешнедисциплинарных диалогов на высочайшем концептуальном уровне. Разработка проектов, направленно применяющих адаптацию зданий с уменьшением материальных затрат, является тенденцией гуманизации и удовлетворения требований среды обитания. Как уже отмечалось, это связано с развитием стратегии использования незаменимых или возможно затухающих источников энергии, с уменьшением воздействия негативной среды обитания, что ведет к эксплуатации экологически сбалансированных систем и разработке альтернатив для продолжения улучшения условий жизни. Перечисленные процессы дальнейшей эволюции среды обитания человека неминуемы без симбиоза приспосабливаемости людей и приспосабливаемости архитектурных объектов, который в основном достигается путем применения принципов динамической адаптации, средствами проявления которой служат мобильность и трансформативность.

Решение частных задач рассматриваемой проблемы неразрывно связано с общими тенденциями в развитии архитектуры, где стабильность и изменимость — полярные категории кинематического формообразования. Это находит свое естественное продолжение в процессе проектирования стабильных и мобильных элементов предметно-пространственной среды обитания. Принципы динамической адаптации зданий и сооружений, как уже отмечалось, находят самое широ-

кое использование в различных областях человеческой деятельности, в частности при проектировании архитектурной среды в экстремальных условиях. В связи с этим необходимо создавать такие сооружения, которые обладали бы максимальной заводской готовностью, транспортабельностью, минимальными массой и объемом в сложном состоянии, наименьшим временем возведения и при этом высоким комфортом. Для этого архитектуре потребуются такие строительные элементы, которые можно использовать вновь после перемещения на другое место. Они должны быть разборными, легкими, с длительными сроками амортизации, компактными. Стремление к компактности заставляет проектировщиков уделять большое внимание разработке оборудования таких сооружений. Лучшие модели оборудования стационарного жилища часто заимствуются из мобильных типов жилища. Здесь происходит процесс слияния средств транспорта (передвижения) и жилища. В этой связи коренным образом могут измениться как все виды существующего транспорта, так и взгляд на архитектуру.

Как следствие процесса влияния кинематического направления в архитектуре дальнейшее развитие получает и идея трансформации обитаемого пространства. Необходимость развития ее исходит из потребностей общества. Например, в жилищном строительстве индустриализация строительства неизбежно вызывает стандартизацию, а значит сокращение типов квартир. Однако не только разные семьи, но и одни и те же люди предъявляют самые разные требования к жилищу (различные в возрасте, профессии, вкусах, привычках и т. п.). Использование при динамической адаптации архитектурных объектов принципов конструктивной трансформации, основанных на достижениях строительной техники, откры-

вает большие преимущества и перспективы для осуществления функциональных процессов практически во всех областях человеческой деятельности.

Существует много проектов изменяемых пространств, где основным принципом достижения изменемости и гибкости является принцип трансформации. Такого рода сооружения мало похожи на привычные архитектурные объекты и начинают превращаться в своего рода машину, части которой находятся в постоянном движении. Разумеется, двигать такую машину вручную нельзя, необходимо применение автоматики, следовательно, важно привлечь специалистов соответствующих областей техники. Под влиянием тенденции миниатюризации вещей наблюдается изменение характера оборудования и мебели — "слияние" мебели и оборудования со стенами. Миниатюризация оборудования и вещей помимо этого позволяет встраивать их не только в стены, но и в одежду человека. Примерами могут служить шлем шахтера, различные виды спецодежды и особенно космический скафандр.

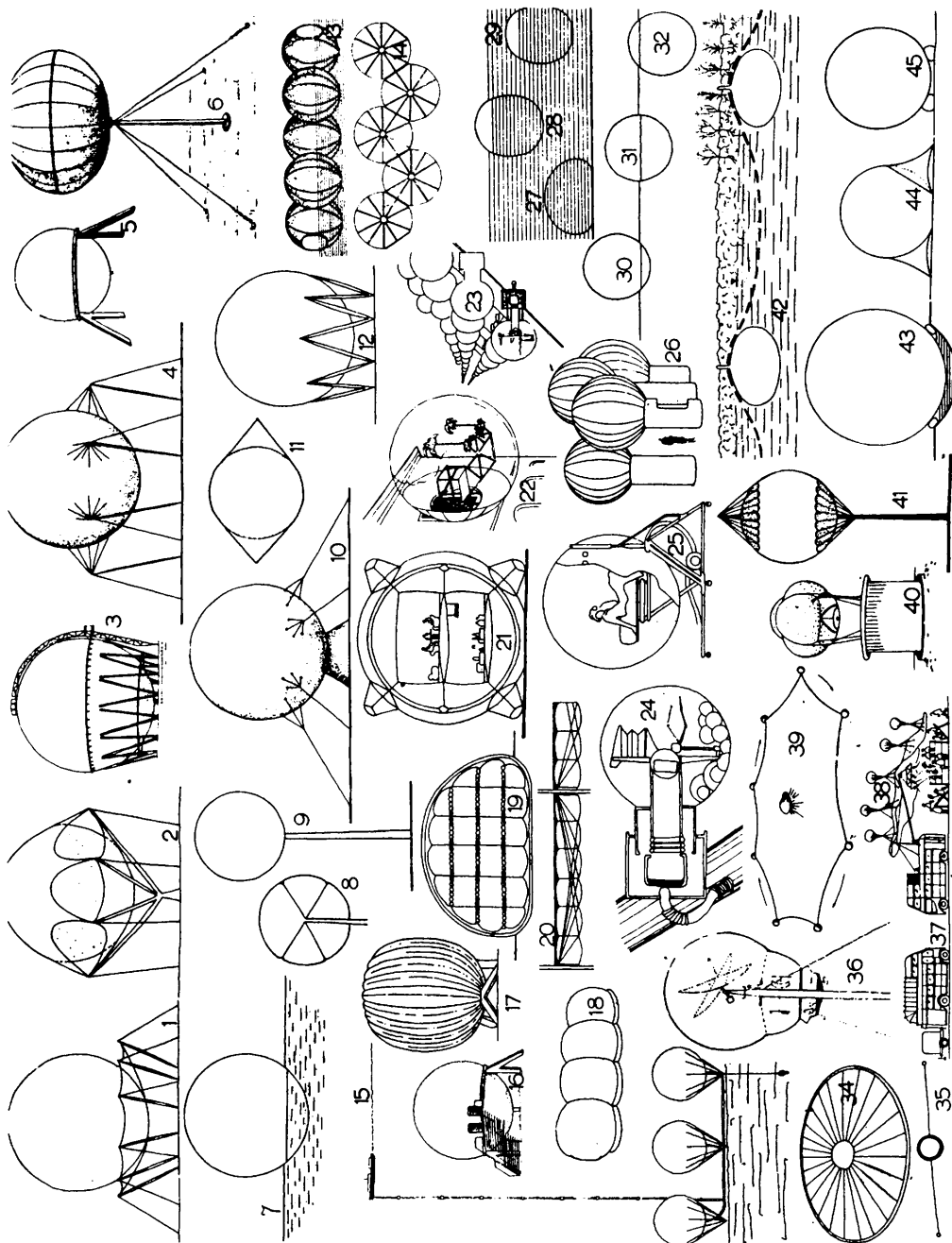
При этом возникает важный вопрос о взаимоотношениях архитектуры и научно-технических достижений. Процесс развития науки настолько ускорен, что уже назрела необходимость учитывать не только существующие достижения, но и те, появление которых весьма вероятно. Проектная практика свидетельствует о необходимости тесной связи архитектуры и научно-технических достижений. Современная архитектура использует лишь готовые открытия и достижения. Проникновение в нее тенденций мобильности и трансформативности обуславливает необходимость то-

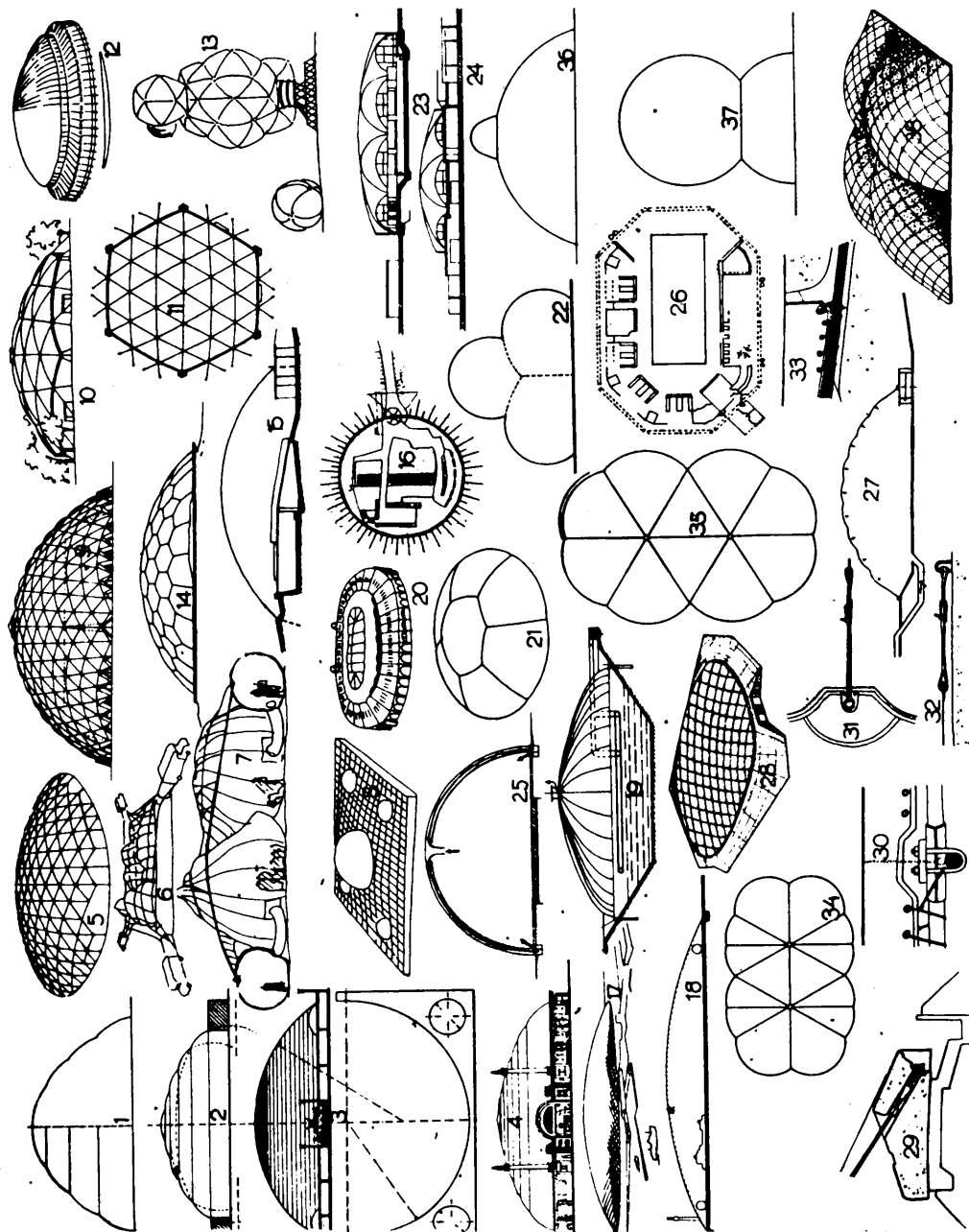
го, чтобы архитектура стала заказчиком, которому требуются определенные новые технические достижения и даже научные открытия. В этой связи важно отметить также необходимость пересмотра привычных средств архитектуры и использования достижений других областей науки и техники в первую очередь разработок, связанных с кинематическими преобразованиями, в архитектуре.

Проблема создания кинематически изменяемой искусственной среды обитания потребует, видимо, также пересмотра и существующего метода проектирования, так как ее невозможно решить чисто архитектурными средствами. Термин "архитектура" в этом случае теряет свое привычное понятие. Он означает не только здание, но и совокупность явлений, происходящих вокруг человека, — окружающую среду, а жесткие требования при проектировании изменяемых зданий и сооружений заставляют архитектора мыслить комплексно.

Таким образом, решение проблемы создания кинематически изменяемых систем — один из первых этапов развития новых направлений в архитектуре, генерирующих новые идеи в различных областях художественной деятельности. Здесь кинематика выходит за узкие рамки и выполняет общехудожественные функции. В кинематическом формообразовании получили дальнейшее развитие категории пространства и времени в тесной взаимосвязи друг с другом, что приводит архитекторов к переоценке роли и возможностей кинематического формообразования в архитектуре, которое представляет собой катализатор новых идей.

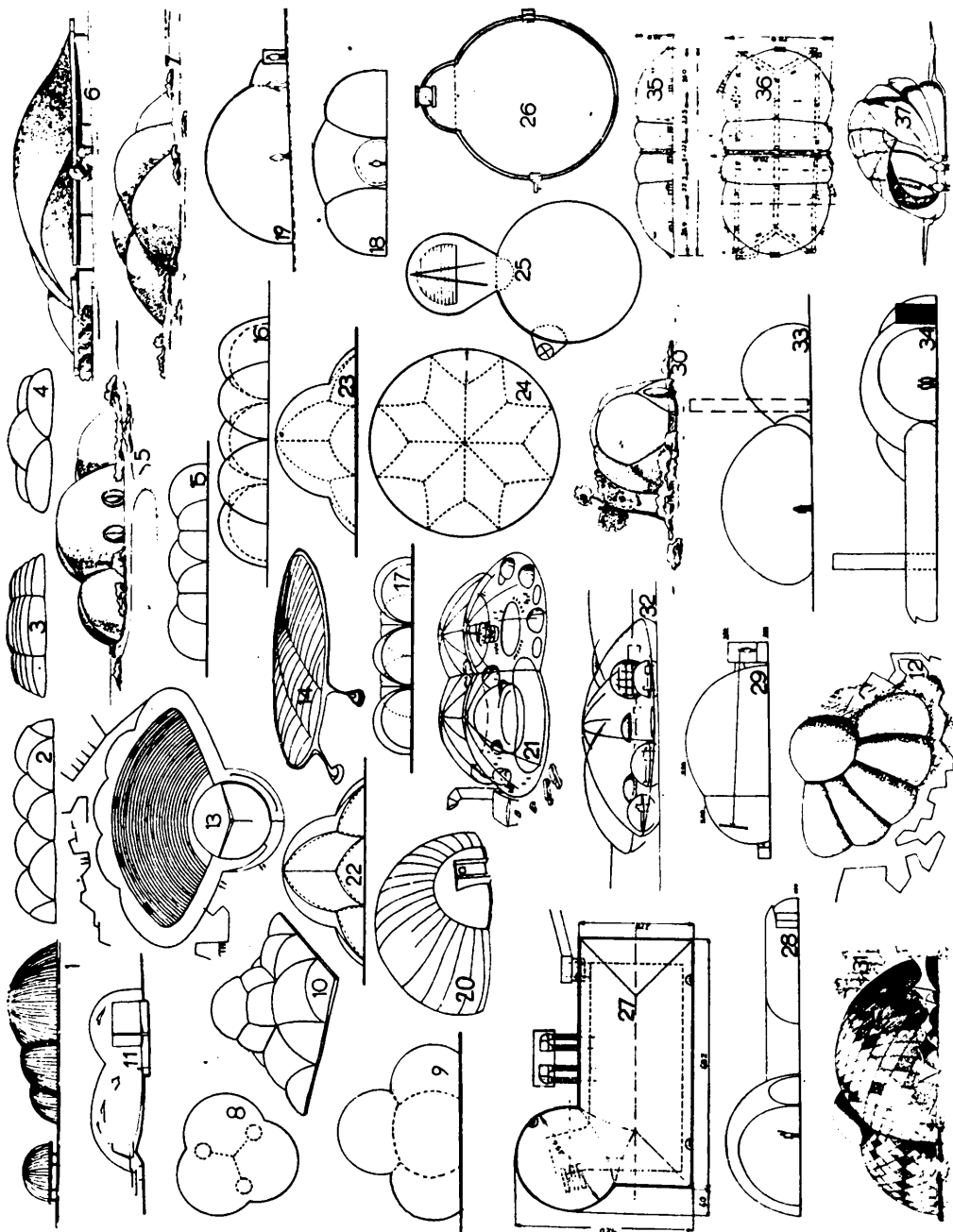
Лист 1 (знак * означает, что проект осуществлен на практике)
 1 — опирание металлического баллона на канатной сетке [33, с. 25]; 2 — то же, между двумя сетками; 3 — шарообразный стальной резервуар для высокого давления [33, с. 24]; 4 — крепление неопертого шара [33, с. 25]; 5 — информационный павильон СПД в Берлине [40, с. 52]; 6 — павильон "Гудвилл" в Берлине, 1968 г. [40, с. 56]; 7 — шар, заполненный чистым песком [33, с. 22]; 8 — внутренние раскладки баллона на мате [33, с. 25]; 9 — то же, фасад; 10 — крепление опертого купола [33, с. 25]; 11 — крепление канатными сетками [там же]; 12 — полсоединение стального баллона на столбах [33, с. 25]; 13 — 14 — способы блокировки баллонов; 15 — та-зохранилище в за-морья баллонов на дне моря [33, с. 25]; 16 — информационный павильон в Берлине [12, с. 74]; 17 — конзурный проект павильона США на выставке Осака-70 [21, с. 125]; 18 — четыре шара, объединенные в ряд [33, с. 43]; 19 — многотажный дом с шарообразным покрытием [33, с. 29]; 20 — покрытие из пневматических подушек с канатным натяжением [33, с. 29]; 21 — жилая кабина с шарообразным покрытием [33, с. 29]; 22 — расши-ряющаяся жилая "Пневмо-косм" [35, № 5, 1973, с. 34]; 23 — 24 — то же [11, с. 68]; 25 — пневматическая лаборатория расслабления "Релаб" [11, с. 102]; 26 — павильон в Бостоне [1, № 155, с. 33]; 27 — 33 — форма и положение шаров в воде и под водой [33, с. 22]; 34 — 35 — общий вид и разрез отражающего спутника [33, с. 27]; 36 — разрез баллона радиолокатора [33, с. 22]; 37 — 38 — мобильный театр [2, № 8, 1973, с. 48]; 39 — раснуранный отражающий спутник с внешними грузами [33, с. 27]; 40 — павильон Рикоч на выставке Экспо-70 в Осаке [14, с. 225]; 41 — баллон-блок, закрепленный канатами на конце мачты [33, с. 25]; 42 — плавающее на сетке поле на баллонах [33, с. 24]; 43 — баллон, плавающий на трубе [33, с. 24]; 44 — кольцеобразные мембраны на шаре [33, с. 25]; 45 — шар на пневматическом надутном кольце [33, с. 25]

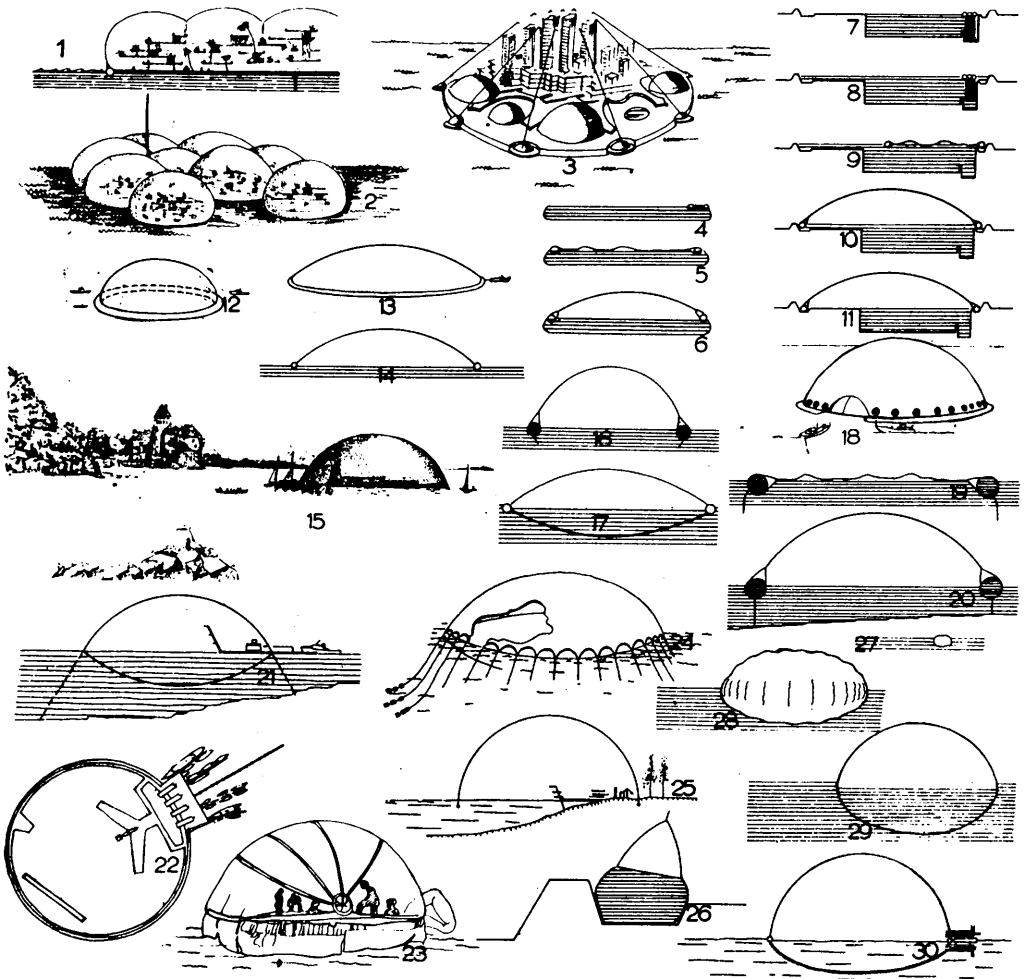




1 — купол с горизонтальными канатами [33, с. 44]; 2 — 4 — то же, диаметром 300 м [21, с. 96]; 5 — сетка с треугольными перелами над плоским куполом [33, с. 46]; 6 — 7 — трансформированное из четырех грузозахватное сооружение со стабилизирующей канатной сеткой [11, с. 133]; 8 — буксировочная мембрана в результате разбоя на канатной сетке [33, с. 61]; 9 — павильон [55, № 3, 1973, с. 27]; 10 — 11 — купол под треугольной сеткой [27, с. 31]; 12 — спортивный атлет [42, с. 56]; 13 — сооружение [11, с. 90]; 14 — 16 — пневматический купол, укрепленный сеткой, для устройства садовой выставки [33, с. 47 — 48]; 17 — 18 — покрытие над городом на воде [24, с. 22]; 19 — купол над водной ванной [27, с. 8]; 20 — перекрытие Вемблского стадиона [14, с. 106]; 21 — купол с натянутой сеткой из семи частей [33, с. 46]; 22 — мембрана [26, с. 66]; 23 — 24 — воздухооочный зал бассейна, фасады [27, с. 7]; 25 — то же, схема подачи воздуха; 26 — то же, план; 27 — купол, укрепленный канатной сеткой [35, с. 49]; 28 — павильон США на Экспо-70 в Осаке [21, с. 126]; 29 — 33 — то же, детали [14, с. 210]; 34 — 35 — мембрана с двумя вершинами [26, с. 70 — 72]; 36 — верхнее освещение большого перекрывающего купола [33, с. 44]; 37 — вертикально соединенные шары [33, с. 44]; 38 — купол над квадратным павильоном с перекрестными высотами [33, с. 63]

1 — французский павильон на выставке "Экспо-70" в Осакe [21, с. 124]; 2 — мембрана с усилением сеткой с треугольными растрями [33, с. 66]; 3 — то же, с прямоугольными растрями; 4 — то же, с ромбом в середине; 5 — фабричный зал, перекрытый пневматической планкой, перетанутой сеткой [7, № 11, 1971, с. 506]; 6 — бассейн в Бад-Тельце [7, № 11, 1971, с. 507]; 7 — то же, рис. 5; 8 — мембрана перекрытая полотнами, план [26, с. 66]; 9 — многоскладчатая купольная форма, образующая рисунок канатной сетки [26, с. 66]; 10 — то же, фасад [33, с. 61]; 11 — театр с пневматическим куполом, разрез [33, с. 57]; 12 — то же, вид сверху [33, с. 57]; 13 — то же, план [33, с. 57]; 14 — неизвестен; 15 — 17 — мембраны, усиленные канатами [26, с. 71]; 18 — 20 — многоскладчатые залы [43]; 21 — пневматика в браны, поддерживаемые изобретением (фасад) [26, с. 67]; 23 — 24, то же, разрез и план; 25 — 26 — многофункциональные залы [43]; 27 — бассейн под пневматическим давлением [27, с. 5]; 28 — 29 — многофункциональные залы [43]; 30 — 31 — информационный центр [7, с. 507]; 32 — пневматика внутри пневматики [2, с. 9]; 33 — 36 — многофункциональные залы [43]; 37 — надувной телесный воздушный баллон во время сдутья [2, с. 267]

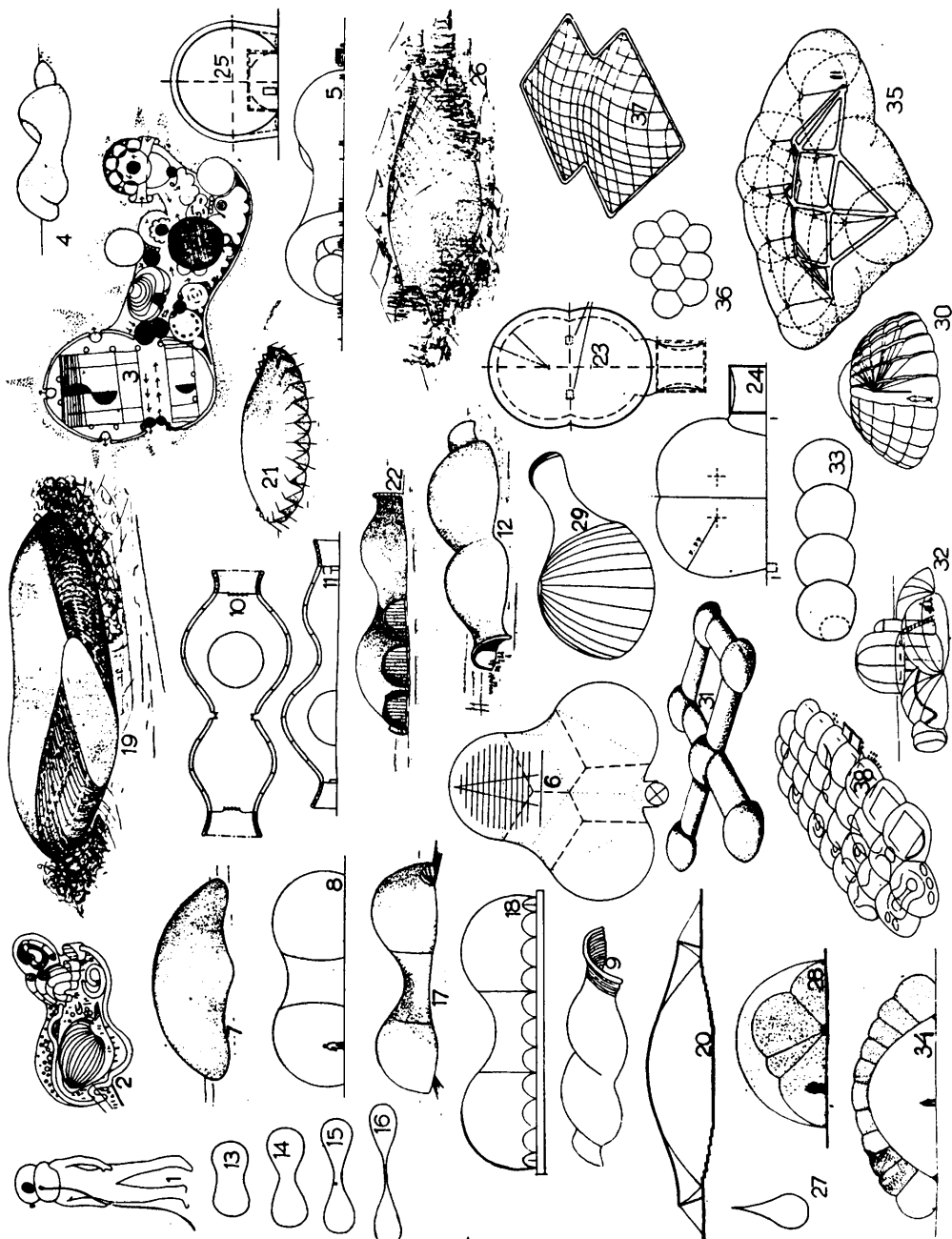


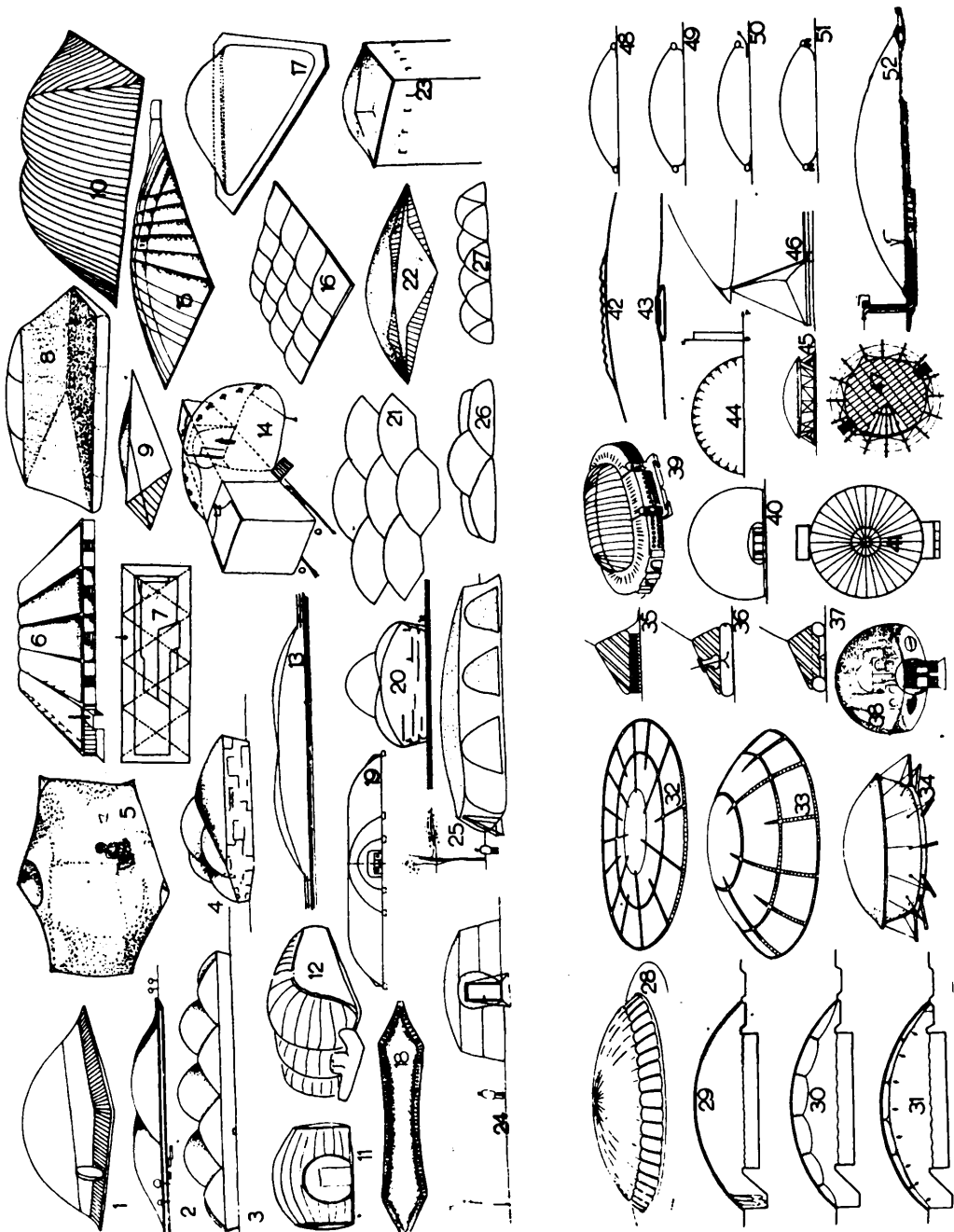


Лист 4

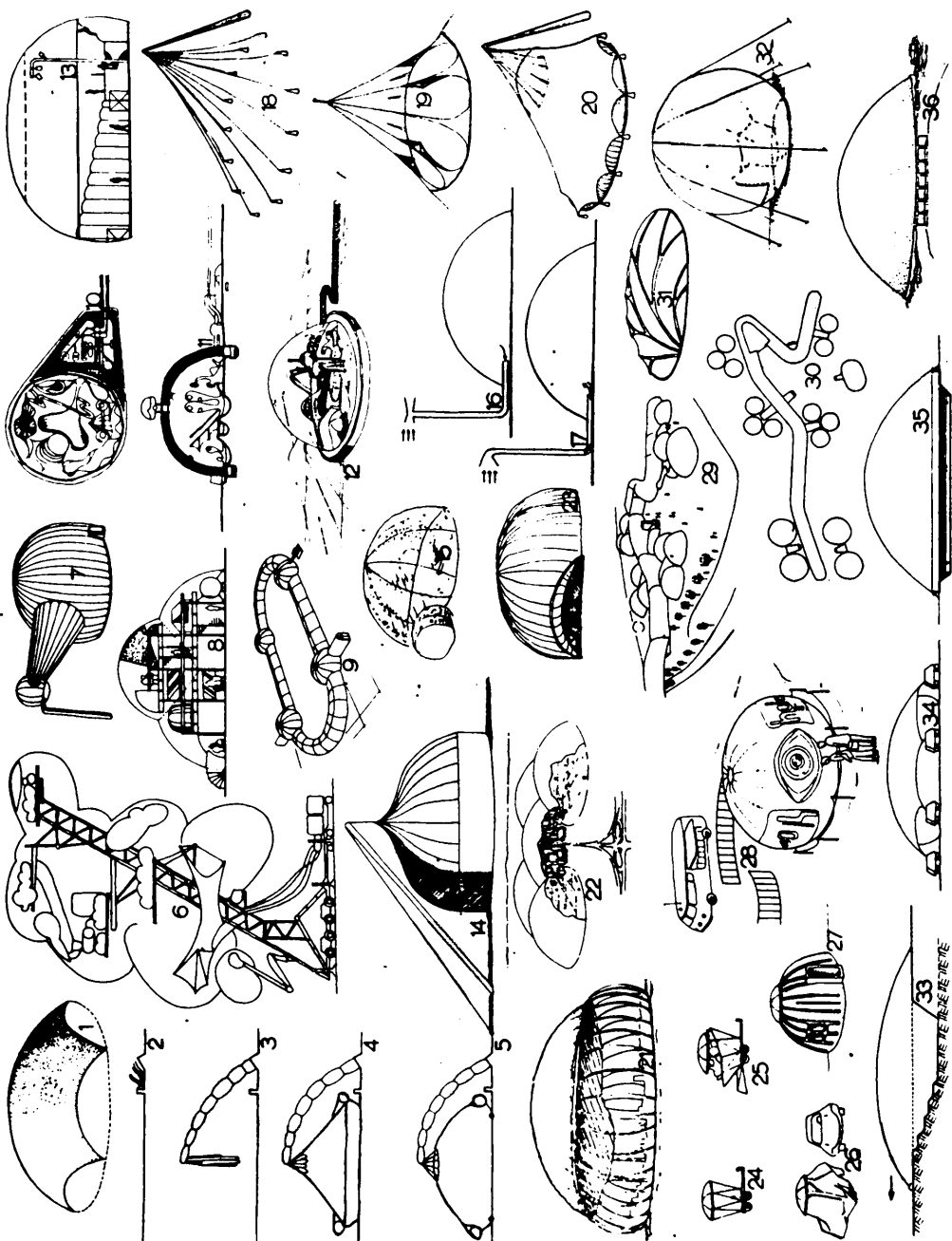
1 — 2 — плавающий город на шестиугольной структуре [33, с. 43]; 3 — неизвестен; 4 — 6 — способы надувания перекрытия бассейна [25, с. 89]; 7 — 11 — то же; 12 — 14 — горизонтальное растягивание плавающей мембраны [25, с. 89]; 15 — 16 — плавающая мембрана, закрепленная водяным шлангом [33, с. 40]; 17 — плавающий курорт [25, с. 89]; 18 — плавающий купол [42, с. 59]; 19 — 20 — способ возведения плавающей мембраны путем надувания под водой [25, с. 89]; 21 — 22 — плавающий курорт [33, с. 40]; 23 — плавающий прикрепленный купол [35, № 5, 1973, с. 34]; 24 — плавающий прикрепленный купол [27]; 25 — приморский пляж под пневматическим куполом [33, с. 40]; 26 — узел крепления мембраны под плавательным бассейном [25, с. 89]; 27 — 29 — мембрана [25, с. 89]; 30 — свободно плавающий купол с закрытой массой воды [33, с. 40]

1 — пневматический шлем [19, с. 90]; 2 — 5 — измеченная пластика Чацкого [1, 168, № 7/8, 1973, с. 7 — 8]; 6 — тройной купол [43]; 7 — купол над внутренним залом [31]; 8 — торсионная пневматика с внутренним двойным залом США "Атомная энергия" [21, с. 100]; 9 — 12 — выставочный зал [43]; 13 — 16 — растягивание пневматики [33, с. 51]; 17 — 18 — двухкупольные залы с растягиванием пневматики [31, с. 30]; 19 — мембрана над спортивным стадионом [33, с. 56]; 20 — 21 — мембрана с волнообразным краем, разрез, общий вид [33, с. 56]; 22 — выставочный зал [44, № 1 — 2, 1970, с. 36]; 23 — 25 — последовательная станция в Кельне [40, с. 53]; 26 — перекладки мембраной пространства между горами [33, с. 56]; 27 — полонизация растягивания [53, с. 51]; 28 — 30 — дипломная работа Ю. Ф. Деннера [13]; 31 — соединение цилиндрических и шарообразных форм [33, с. 43]; 32 — центральный купол, расположенный на четырех куполах [2, № 8, 1973, с. 485]; 33 — четыре пневматических купола, расположенных в ряд [33, с. 43]; 34 — 35 — исследование отдела проектирования форм [11, с. 137]; 36 — плавающий горел на шестигранной сетке [33, с. 43]; 37 — мягкая мембрана на прямоугольном плавке [33, с. 51]; 38 — псевдошлюзовая пневмоструктура [27, с. 8]

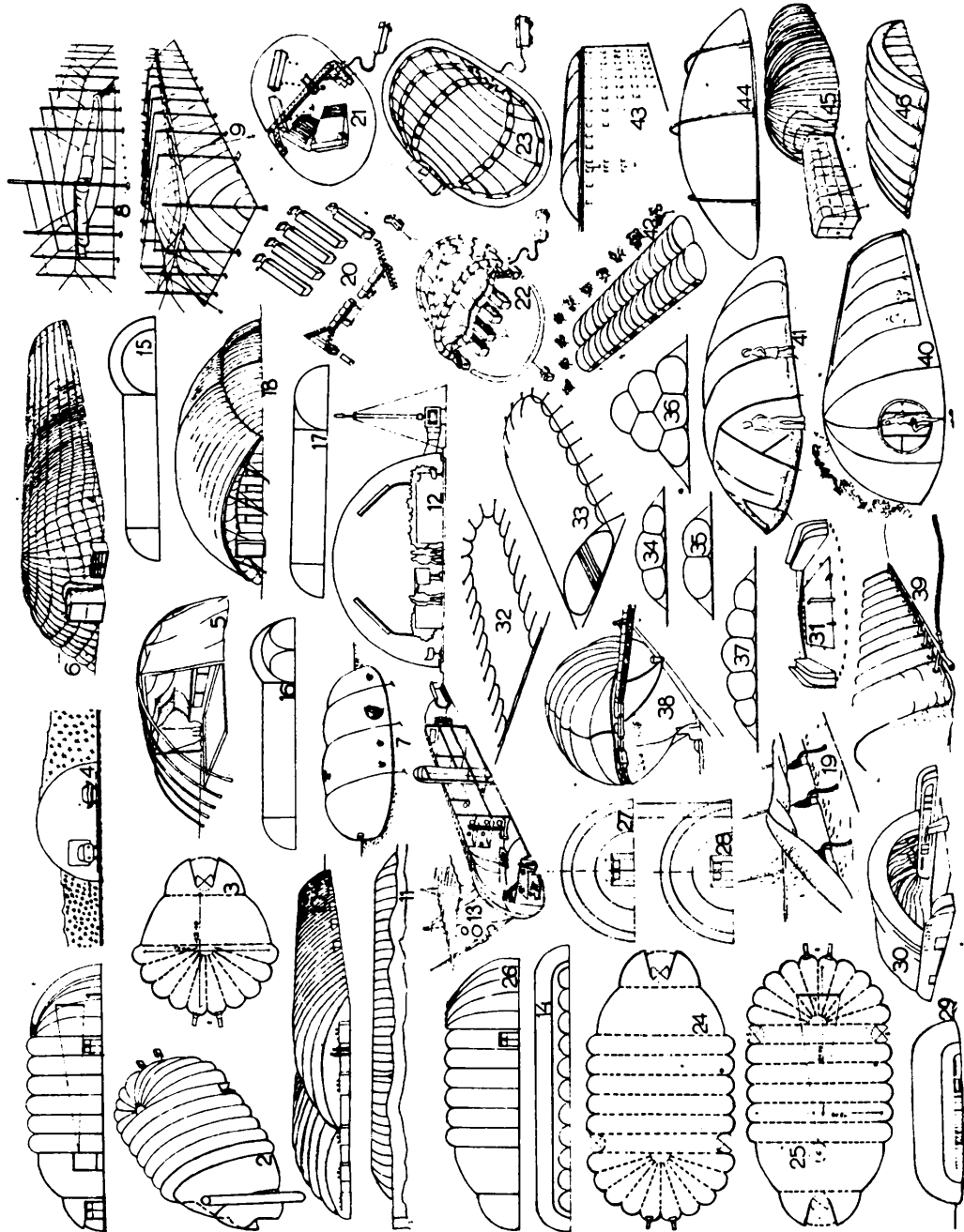




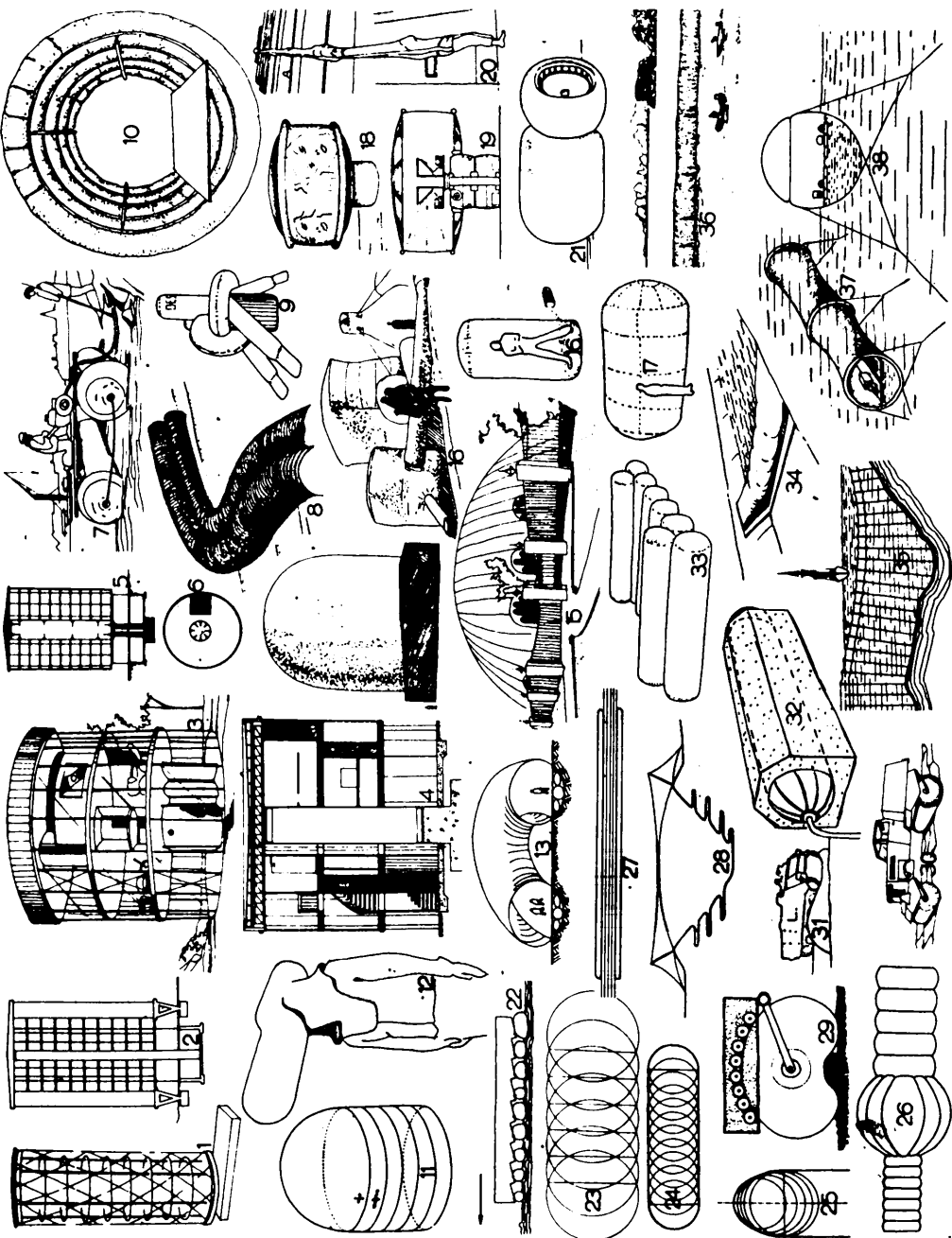
1 — неизвестен; 2 — мембрана над квадратным планом, перекрещенная выемками [33, с. 63]; 3 — 5 — мембраны, усиленные канатными перетяжками [33, с. 67]; 6 — растущий дом с двойной нагнутой обложкой [33, с. 65]; 7 — спальная ячейка в жилом доме [2, № 5, 1971, с. 263]; 8 — пневматика на прямоугольном плане [28, № 38, 1972, с. 60]; 9 — мембрана над неправильным планом [33, с. 61]; 10 — диллюзия работ Ю. Ф. Деннера [13]; 11 — 12 — пневматика на прямоугольном плане [45, № 6, 1969, с. 112]; 13 — мембрана над квадратным планом с перекрывающимися усилением канатными [33, с. 63]; 14 — мобильный театр [2, № 1, 1971, с. 4]; 15 — плоский купол с пролетом 100 м [2, № 1, 1971, с. 12]; 16 — мембрана на квадратной структуре [33, с. 61]; 17 — треугольная мембрана на плавающей платформе [27, с. 9]; 18 — защитная металлическая структура [27, ст. 11]; 19 — зал с прямоугольным и трапециевидным планом [27, с. 5]; 20 — мембрана с усилением канатами [33, с. 7]; 21 — мембрана на шестиугольной структуре [33, с. 61]; 22 — 23 — мембраны над квадратными рамками, вальцованные в центре [35, с. 61]; 24 — 25 — неизвестны; 26 — прямоугольные мембраны с усилением канатами [33, с. 66]; 27 — то же, диагональные; 28 — купол с прозрачными нижними частями [21, с. 120]; 29 — 31 — перекрестие бассейна с параллельно движущимися арками [25, с. 93]; 32 — 33 — трансформированное купольное покрытие; 34 — мобильный павильон [19, с. 68]; 35 — 37 — узлы крепления мембраны к земле [25, с. 89]; 38 — неизвестно; 39 — перекрестие Вембейского стадиона [14, с. 200]; 40 — 41 — диллюзия работ Ю. Ф. Деннера [13]; 42 — 43 — переоборудование залы на макушке купола [25, с. 91]; 44 — внутреннее давление пневматического купола [33, с. 38]; 45 — 47 — мобильный павильон для РАИ [19, с. 68]; 48 — 51 — мембраны на пневматическом кольце на жестком полу [25, с. 89]; 52 — климатизирующая большого зала [33, с. 38]



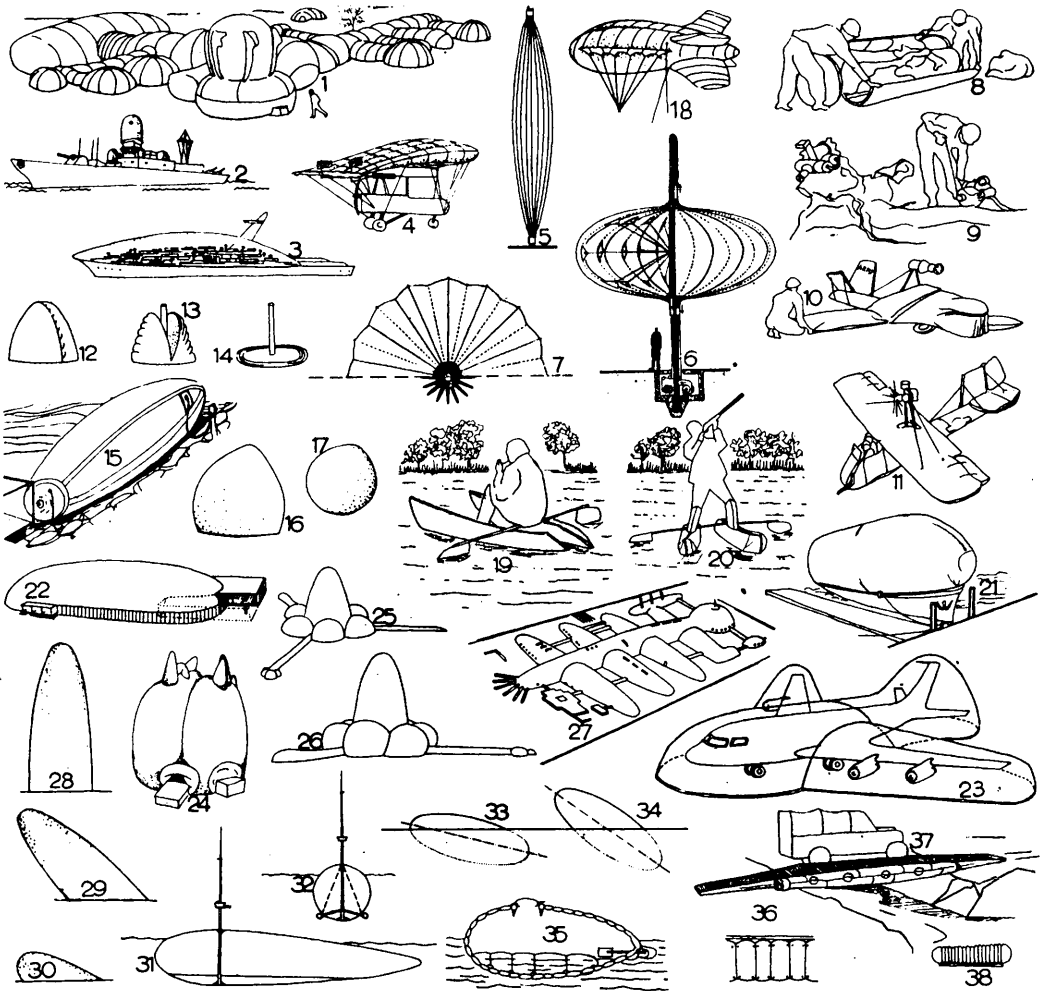
1 — купол над шестигранным планом [33, с. 42]; 2 — 5 — мембрана телескопической мачты [25, с. 93]; 6 — жилой организм "небесно-голубое облако" [11, с. 103]; 7 — неизвестно; 8 — личинка работы Ю. Ф. Денне-ри [13, с. 154]; 9 — комбинация пневматических форм [42, с. 31]; 10 — 12 — город в пузыре. Отдел проектирования ферм [2, № 2, 1973, с. 69]; 13 — двуслойная пневматическая структура [2, № 1, 1973, с. 15]; 14 — проект выставочного зала фирмы "Эксо Химикэл" Париж; 15 — пневмоструктуры в пневматическом куполе [19, с. 91]; 16 — 17 — стабилизация купола по средством силы ветра [33, с. 38]; 18 — 20 — купол, подвешенный за вершину [25, с. 93]; 21 — двуслойная пневмоструктура [2, № 1, с. 15, 1973]; 22 — город под пятаком купола [42, с. 59]; 23 — выставочный павильон ГДР [8, № 1, с. 1965]; 24 — 27 — складские и надувные жилые трайлеры [19, с. 64]; 28 — неизвестно; 29 — 30 — выставочные здания из пневматических структур [2, № 8, 1971, с. 46]; 31 — телескопические направляющие для купольных подпорок [25, с. 93]; 32 — пневматическая структура "Большое пространство" [17, 457, № 12, 1967, с. 19]; 33 — измененное пневматическое натянутое покрытие [25, с. 89]; 34 — пневматическое натянутое автомобильное покрытие [25, с. 89]; 35 — 36 — спортзал [7, № 2, 1972]



Лист 8
1 — 3 — кинозал (Каталог выставки в Бужос-Афрес); 4 — конструкция снежного туннеля [33, с. 74]; 5 — покрытие плавательного бассейна [2, № 1, 1973, с. 12]; 6 — воздухооперный покрывной зал с усилением канатами сеткой (проект Бротера); 7 — подпертое воздушное покрытие для полуприцепных структур [21, с. 111]; 8 — 9 — комбинация воздухооперных залов — воздушные подушки [27, с. 11]; 10 — растущий дом с канатной сеткой [14, с. 191]; 11 — 12 — воздухооперные залы в качестве бюро [14, с. 193, 103]; 13 — лунный проект: цилиндрическая псевматика [33, с. 75]; 14 — 17 — воздухооперные залы [31, с. 32]; 18 — воздухооперный зал со стабилизирующей канатами [14, с. 75]; 19 — залы прикрепления воздухооперных залов [14, с. 103]; 20 — 23 — на-мемный театр [2, № 9, 1972, с. 530]; 24 — 28 — кинозал (Каталог выставки в Бужос-Афрес); 29 — 31 — изогнутый воздухооперный зал [27, с. 13]; 32 — 37 — мембрана с жесткой платформой различного сечения [25, с. 91]; 38 — мембрана, стабилизированная канатами на корабле [2, № 2, 1973, с. 70]; 39 — надувные устройства воздушных камер воздухооперного оперный бассейн [21, с. 98]; 40 — воздухооперный бассейн [21, с. 98]; 41 — малый надувной зал для самостроительства [2, № 2, 1971, с. 435]; 42 — растущие дома [2, № 10, 1973, с. 632]; 43 — пневматические крылья [42, с. 52]; 44 — пневмооперный зал с несущими арками (Арх. Роберт); 45 — воздухооперное транспортное средство [21, с. 102]; 46 — то же, [с. 98]

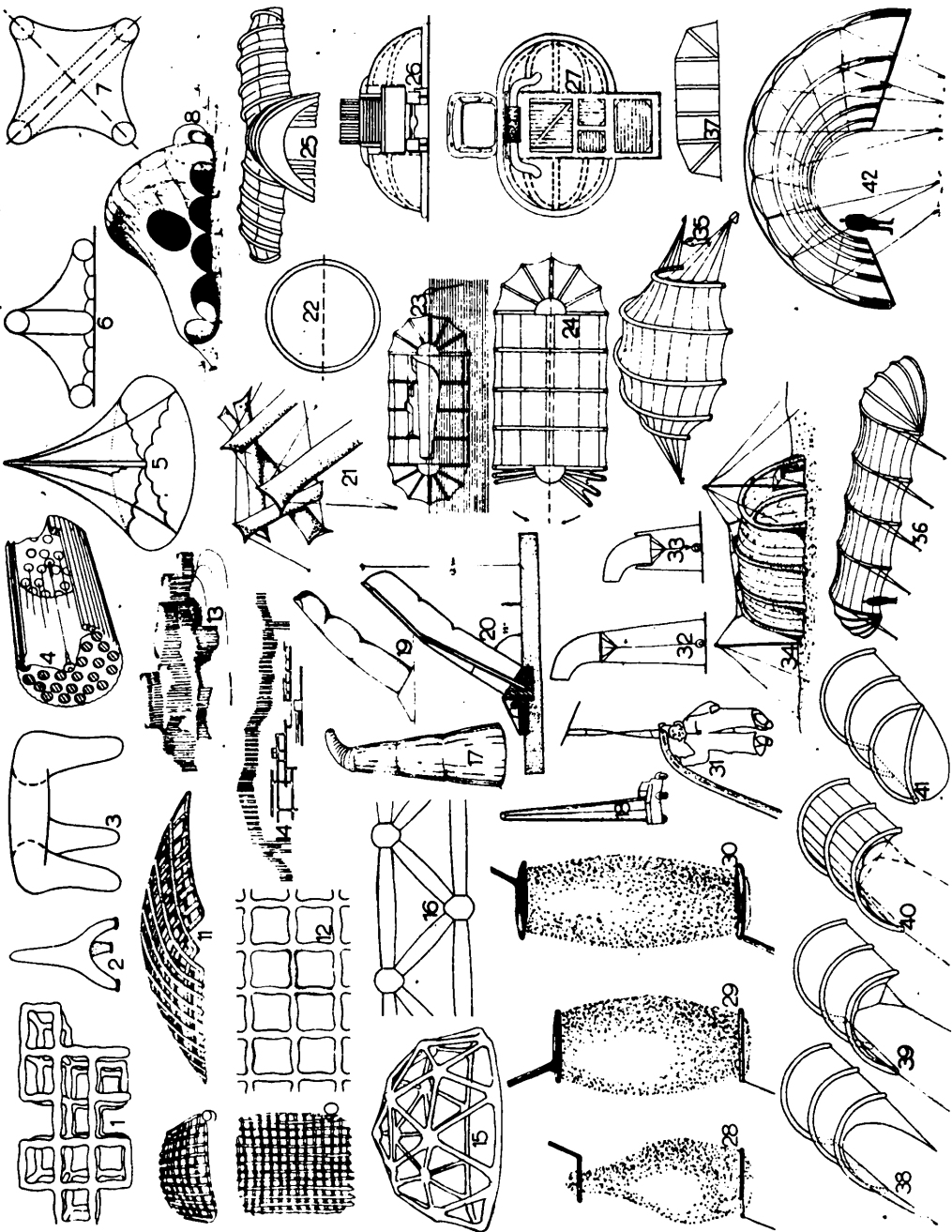


1 — воздухоопорное здание бео-
ро [27, с. 2]; 2 — форма жалюзи с
пневматическими несущими
конструкциями [2, № 8, 1971, с.
461]; 3 — 4 — воздухоносное воз-
душное здание [27, с. 20 —
28]; 5 — 6 — многоэтажное воз-
душное здание [27, с. 28];
7 — плот для очистки гавани,
1971, с. 574; 8 — австрийский
павильон [2, № 2, 1970, с. 62]; 10
— титульная картонка журна-
ла над цилиндром [33, с. 72];
12 — пневмошлем [2, № 2,
1970, с. 63]; 13 — изогнутая
пневматическая труба [42, с.
31]; 14 — неизвестен; 15 —
здание плавающего бассейна
[27, с. 23]; 16 — игровой ту-
нель [2, № 5, 1971, с. 327]; 17 —
мост [21, с. 209]; 18 — 19 — ин-
формационная структура (Ка-
талог Инфо-Трансвидео); 20 —
спасательный шланг [39, №
46, 1973]; 21 — лунная база
[14, с. 178]; 22 — передвижение
тяжелых грузов на выдувных
шлангах [35, с. 75]; 23 — 24 —
определение цилиндрической
поверхности покрытия как сое-
диненные друг за другом шары;
25 — уменьшение полушаров
над цилиндрами [33, с. 72]; 26 —
комбинация цилиндрических и
круглых форм [33, с. 73]; 27 —
трубчатое прессование для
склеивания деревянных пучков
[33, с. 73]; 28 — цилиндриче-
ская форма в галереях [33, с. 73];
29 — 30 — конструкция
"Крутящийся мешок" [19, с. 92];
31 — наддувной баллон для го-
сающего моста для го-
сающего автомобиля [21, с. 109];
32 — использование резино-
вых отработанных (Каталог фир-
мы НДЕ-Шальтехник); 33 —
мебель для лекции [14, с. 162];
34 — "Фабриком" [21, с. 113]; 35 —
полноценный туннель [33, с.
73]; 36 — движущийся шланг
на озере в Ганновере [2, № 2,
1971, с. 73]; 37 — 38 — плаваю-
щий мост с укреплением [33, с.
73]



Лист 10

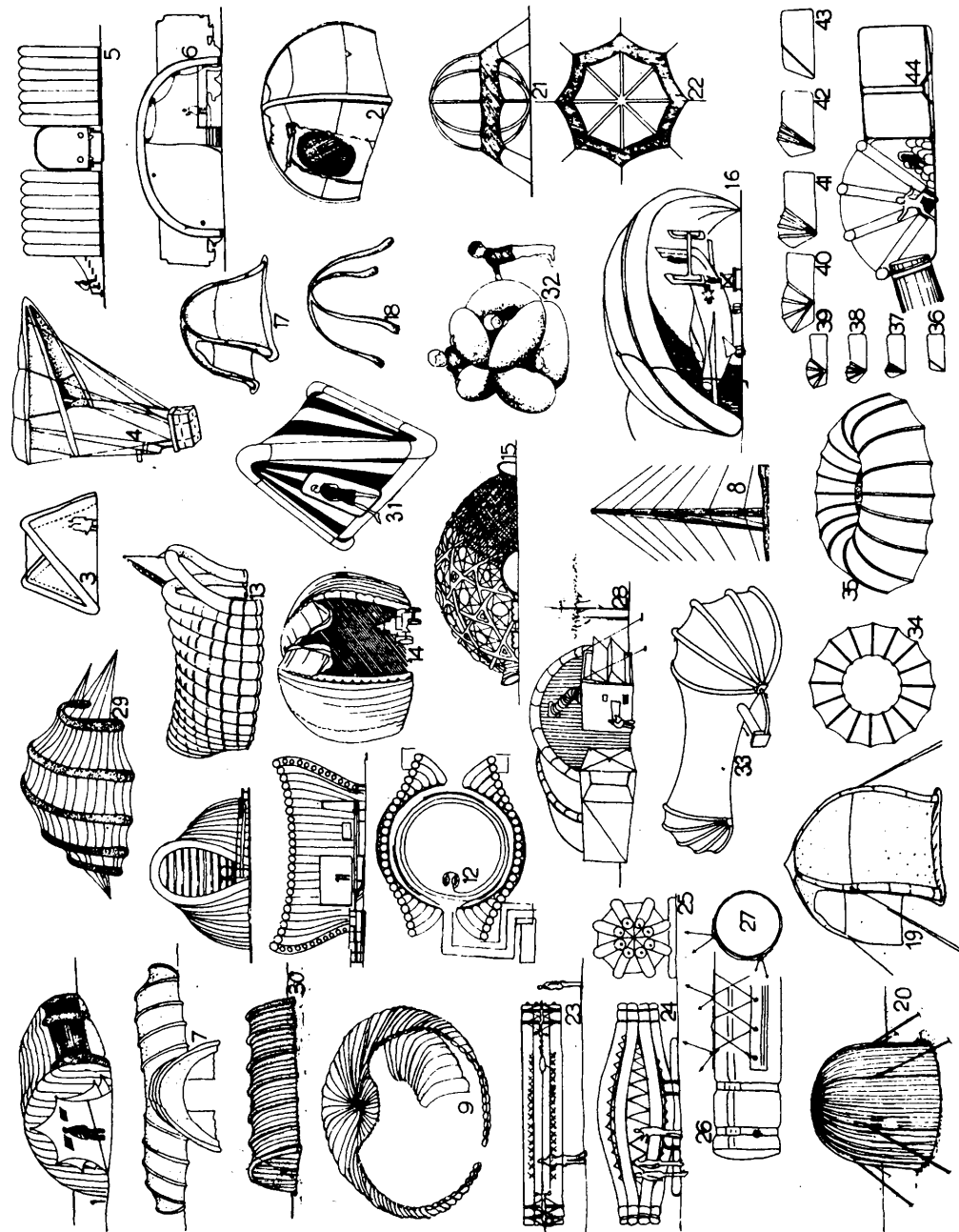
1 — Инстант-сити, Ибиза [2, № 12, 1971, с. 762]; 2 — баллон над радарной установкой военного корабля; 3 — плавающий курорт [33, с. 85]; 4 — надувной самолет "Летающий матрас" [14, с. 38]; 5 — 7 — пневматические грибообразные конструкции [13, с. 2211]; 8 — 11 — надувной самолет [34, 25.07.73, с. 65]; 12 — 14 — быстрое соединение на молнии пневматического покрытия [33, с. 84]; 15 — неизвестен; 16 — 17 — модели резиновых пленок с предварительной формой [33, с. 84]; 18 — аэростат [14, с. 32]; 19 — 20 — "Водоходы" [Каталог фирмы АИРО]; 21 — покрытие яхты воздухоопертой пленкой [9, № 37, 1973]; 22 — выставочный воздухоопертый павильон фирмы Крупп [21, с. 106]; 23 — ангар для самолета [33, с. 85]; 24 — пневмоопертое покрытие для трансформатора [21, с. 104]; 25 — 26 — здание, состоящее из эллипсоида, окруженного куполами [33, с. 82]; 27 — фабричные залы [33, с. 85]; 28 — 30 — комбинации из эллипсоида [33, с. 83]; 31 — 32 — супертанкер [33, с. 85]; 33 — 34 — различные наклоны эллипсоида [33, с. 83]; 35 — высокий спасательный бот [33, с. 85]; 36 — 38 — стабилизирующий воздухостол [21, с. 109, 138]

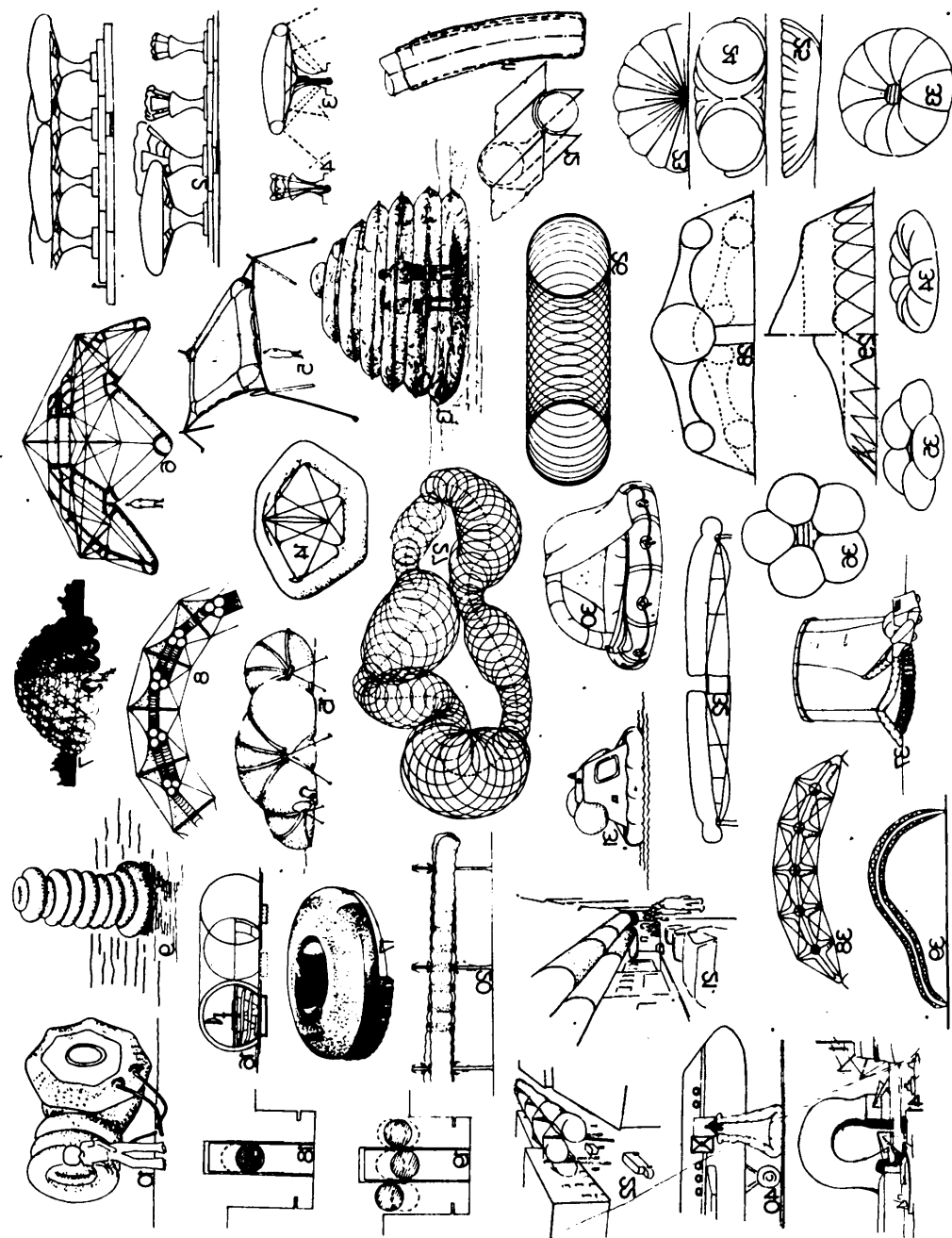


Лист 11

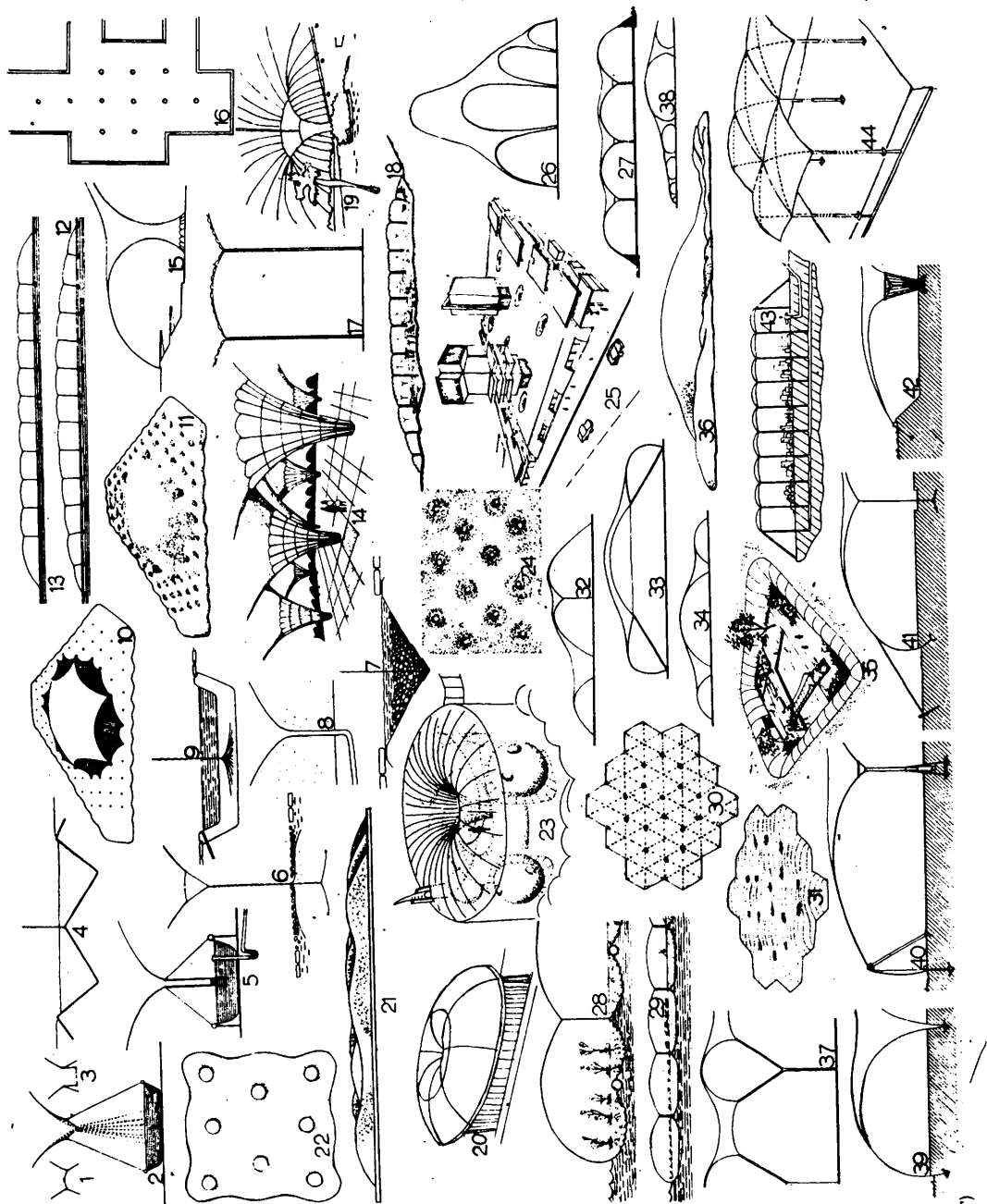
1 — столбобразные пленики дуплостроения [33, с. 68]; 2 — 3 — "потообразные" [33, с. 86]; 4 — двойная плетка [27]; 5 — прикрепление шестиугольной мембраны к племени; 6 — 8 — плетка-палатка над пневматической несущей конструкцией [36, № 1, 1972, с. 18, № 8, 1973, с. 869]; 9 — 11 — решетчатое пневмопокрытие [33, с. 160]; 12 — свеса пневматических столбов [33, с. 86]; 13 — 14 — проект немецкого павильона "Экспо-70", Осака, архит. В. Ратке [27]; 15 — геолокационный купол и форма из пневмоэлементов [33, с. 86]; 17 — большая воздушная структура [14, с. 223]; 18 — воздушная башня [10]; 19 — пневмоподставка фирмы Ханс-Рупер Кот [36, № 1, 1972, с. 18, 2, № 1, 1972, с. 4]; 21 — "Тенскултура" [19, с. 89]; 22 — 24 — гараж для лодки [23, с. 66]; 25 — палатка над стоящим столбом в качестве выставочного зала [23, с. 162]; 26 — 27 — покрытие, трансформируемое из автомобиля [23, с. 66]; 28 — 30 — форма мыльного пузыря между двумя кольцами [33, с. 87]; 31 — пневматический купол [14, с. 153]; 32 — 33 — пневматическая башня-символ "Митус" [15, № 6, 1970, с. 676]; 34 — 36 — палатка с наклонными воздушными элементами [13, с. 42]; 37 — 41 — палатка с воздушными несущими элементами [27]; 42 — то же [23, с. 65]

1 — хранилище с пневматическими баками [19, с. 57]; 2 — палатка для кемпинга из пневматических несущих элементов [14, с. 30]; 3 — маленькая палатка [45, № 5, 1969, с. 115]; 4 — парашют [42, с. 7]; 5 — 6 — мобильный театр [2, № 1, 1971, с. 4]; 7 — выставочный павильон в виде палатки с воздушноподдержанными арками [23, с. 162]; 8 — пневматическая башня [33, с. 147]; 9 — мобильный театр [1, № 21, 1965, с. 96]; 10 — 12 — павильон Фуджи на "ЭКСПО-70", Осака [21, с. 127]; 13 — то же, монтаж [14, с. 219]; 14 — двухступенчатый гараж [27]; 15 — пневматический расчетный купол [19, с. 59]; 16 — складной атар [27]; 17 — 19 — пневматическая рабства несущая конструкция [14, с. 18]; 20 — двухступенчатый гараж [21, с. 122]; 21 — 22 — пневматическая "Б. Рефеля" [23, с. 67]; 23 — 25 — надувное пространство из параллельных труб [2, № 8, 1971, с. 461]; 26 — 27 — то же и детали [16, № 2, 1971, с. 193]; 28 — мобильное покрытие [27]; 29 — 35 — дипломная работа Ю. Ф. Деннера, палатки с надувными несущими элементами [13, с. 232]; 36 — 44 — уменьшенная детская комната [11, с. 23]

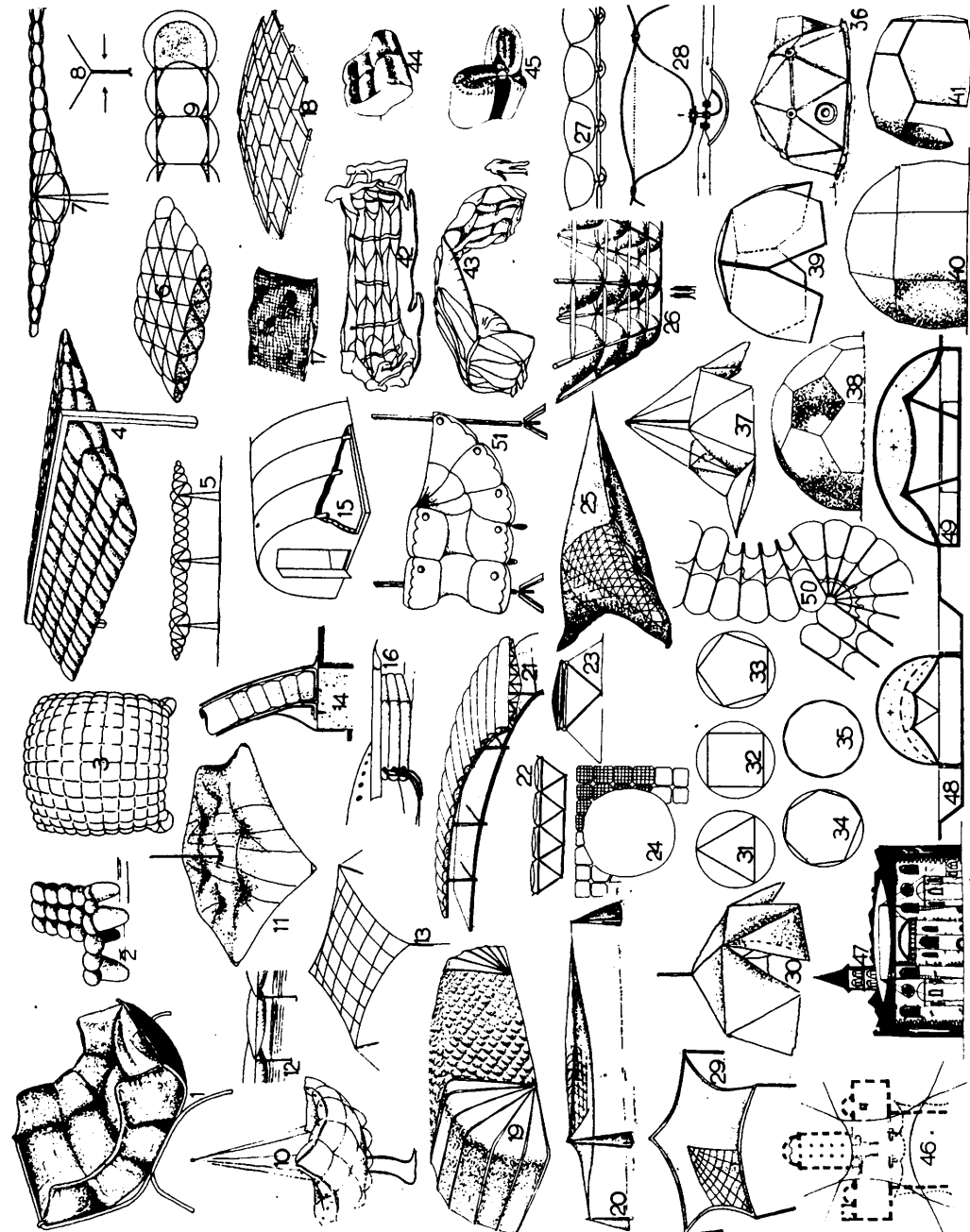




Лист 13
 1—2 — система зонтов для надувные грибы (проект "ЭК-СПО-70", Ослах, 3—4 — пневматические зонтичные системы [4], с. 44); 5—8 — дипломная работа Ю. Ф. Дендера [13, с. 227, 348, 141]; 9 — пневмообъект [19, с. 89]; 10 — "жесткое сердце" [11, с. 69]; 11—12 — детали устройства фемального покрытия [27]; 13 — пневмоструктура [2, № 4, 1971, с. 199]; 14 — затерсающаяся структура [33, с. 147]; 15—17 — дипломная работа Ю. Ф. Дендера [13, 21]; 18—20 — "Южный проект" [2, № 10, 1972]; 21 — надувной конструктор [5, 1973, с. 45]; 23—25 — раскраиваемая пневматическая конструкция [25, с. 95]; 26—27 — круглая труба [33, с. 98]; 28 — ресторан; 30 — заплата надувные плоты [14, с. 157]; 31 — баллон и круглый шланг с простраиваемой клаулы [14, с. 176]; 32 — пневматическая крышка (Каталог международного самозащиты, 1979, с. 79); 33 — 36 — круглые пневматические кольца с радиальными канатами [33, с. 89]; 37 — транспорт резервуара на воздушных подушках [21, с. 114]; 38 — труба с угловыми подвижными элементами и канатными затяжками [33, с. 148]; 39 — пневматическое покрытие из надувных многослойных элементов [33, с. 148]; 40 — спасательный спуск [14, с. 159]; 41 — большая пневматическая платформа [34, № 5, с. 45, 1975]

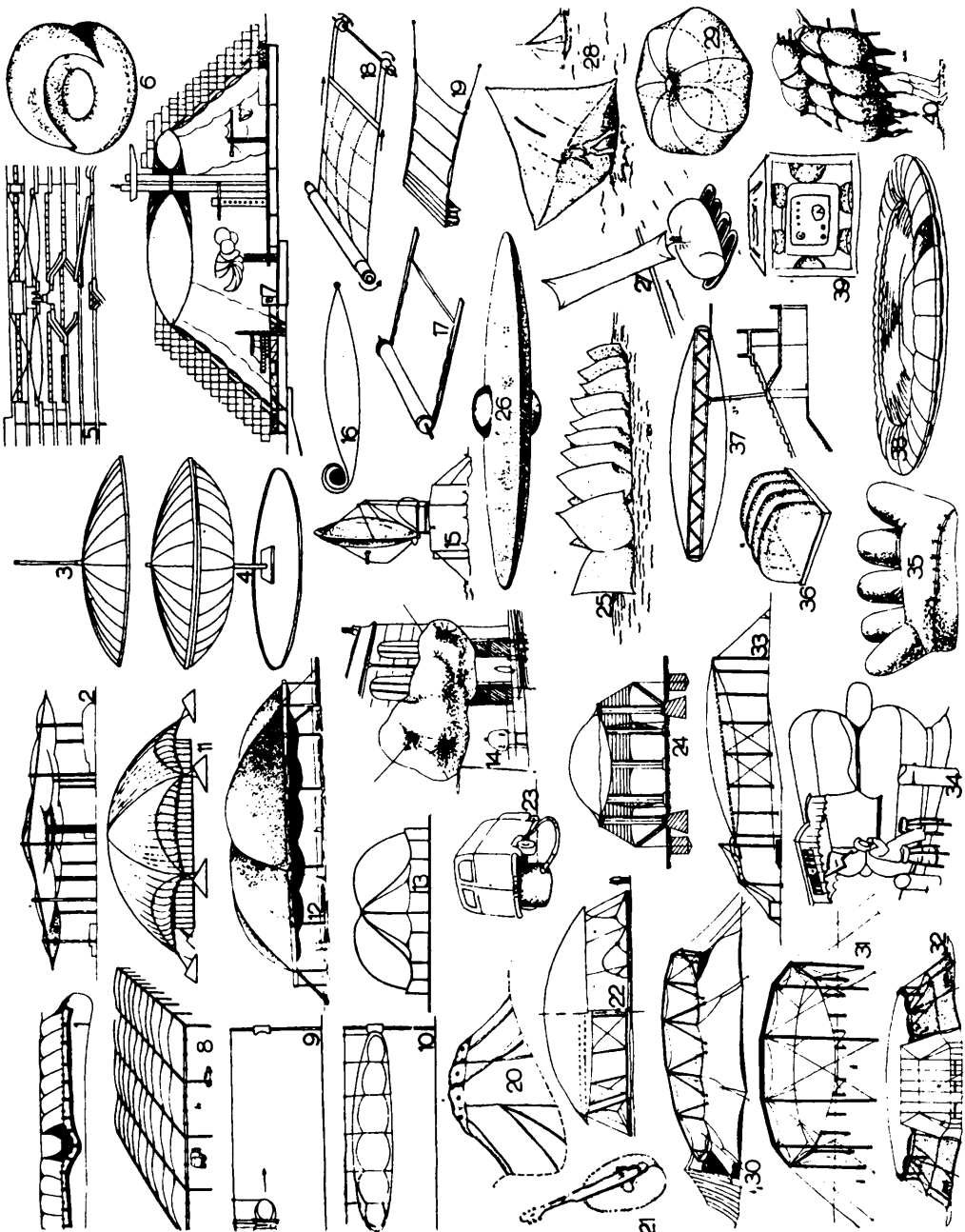


1 — 3 — узлы опорожнения воды [33, с. 94]; 4 — закрепление канатами большой ванны [33, с. 94]; 5 — откачка воды при транспортировке залов [33, с. 94]; 6 — 9 — вентиляционная мембрана для откачки воды [33, с. 94]; 10 — 11 — двойная мембрана для выставочного и конгресс-зала [33, с. 99]; 12 — 13 — мембрана с внутренним заполнением водой [33, с. 95]; 14 — условное здание с нижними точками опоры [33, с. 100]; 15 — край и внутреннее пространство общественного зала [33, с. 99]; 16 — регулярный план одной из мембран [33, с. 92]; 17 — 18 — разрез и часть большого плоского перекрытия [33, с. 100]; 19 — 20 — бассейн отеля в Японии [35, № 5, 1973, с. 24]; 21 — модель студии [33, с. 91]; 22 — регулярный план с внутренним двором [33, с. 90]; 23 — "Где мы живем завтра" Ханс Б. Гобус; 24 — мембрана на регулярной сетке [33, с. 92]; 25 — сетчатая мембрана как часть опорного сооружения; 26 — мембрана с огромным высотным развитием [33, с. 99]; 27 — на покрывающая мембрана на квадратном плане [33, с. 92]; 28 — 29 — плавающее поле и мембрана на шестиугольной сетке [33, с. 91]; 30 — 31 — мембрана на шестиугольной сетке [33, с. 91]; 32 — 34 — разрез различных залов с внутренним заполнением мембраны водой [33, с. 98]; 35 — внутренний двор, образованный мембраной [33, с. 90]; 36 — 37 — здание выставочного и конгресс-зала [33, с. 99]; 38 — разрез асимметричного пространственного потолка [33, с. 98]; 39 — закрепление по краям мембраны с внутренним заполнением водой [33, с. 98]; 40 — крыше с внутренними рамами [33, с. 98]; 41 — обоживание края мембраны [33, с. 93]; 42 — заглубленная теплица [33, с. 93]; 43 — 44 — предложение для использования прилегающих конструкций павильонов системы пневмокрыши (Каталог фирмы "Mag Kori")

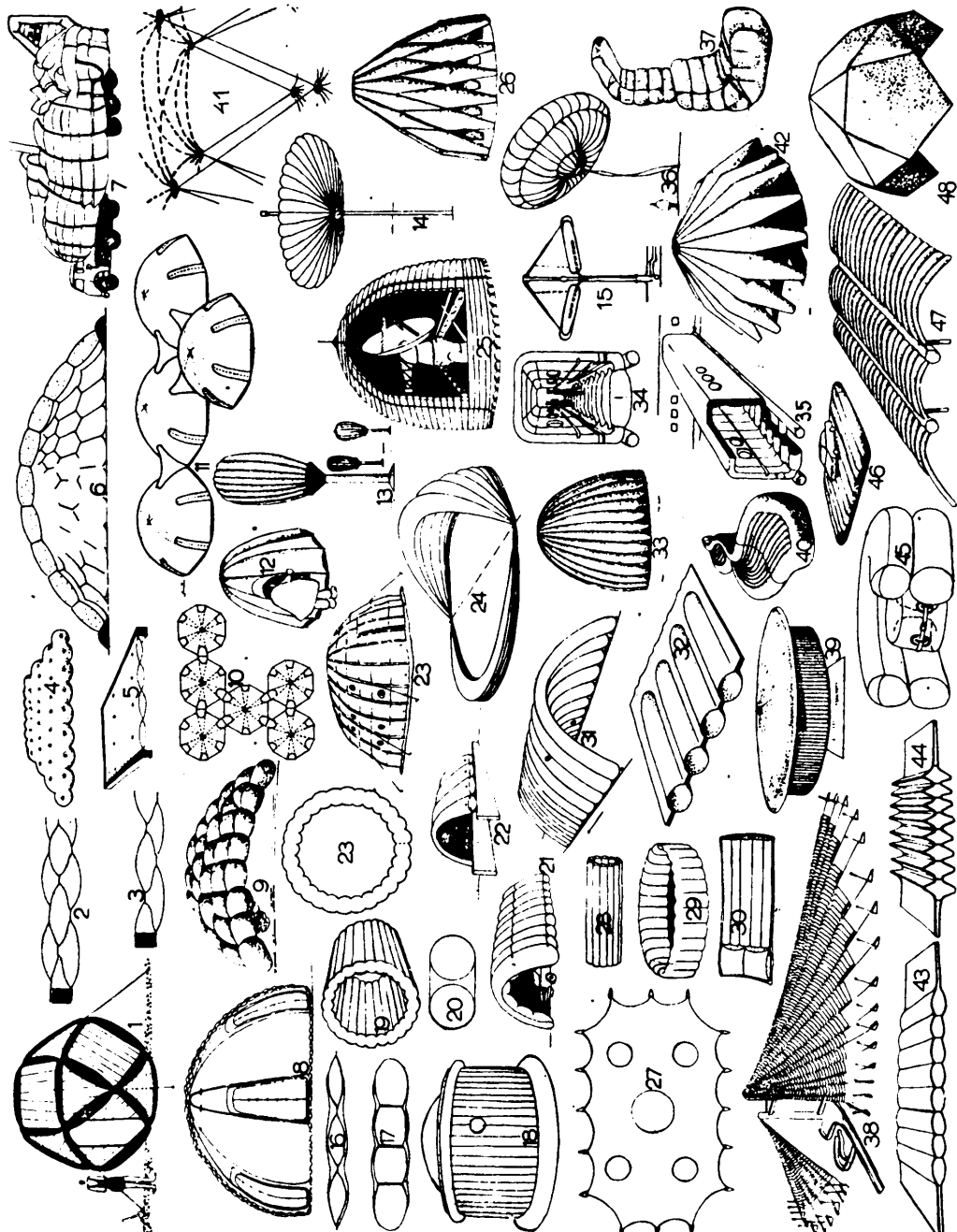


1 — надувное кресло на трубчатом каркасе [17, № 457, дек. 1967, с. 12]; 2 — стул из подушечных ачех [33, с. 118]; 3 — купольное покрытие на четырех ножках [33, с. 120]; 4 — козырьковое перекрытие [33, с. 119]; 5 — пикобразные конструкции для пневматических сооружений [33, с. 116]; 6 — факеловая пневмоконструкция [33, с. 116]; 7 — 8 — поддержка пневматической конструкции с канатными подтяжками [33, с. 121]; 9 — край ячеистой пневмоконструкции [33, с. 121]; 10 — 11 — "Авто-мат" С. Коноли и М. Фишера [2, № 4, 1971]; 12 — система воздушных ачех [27]; 13 — купол на трех точках [33, с. 121]; 14 — 15 — дипломная работа Ю. Ф. Деннера. Залы с двойными мембранами [13, с. 421]; 16 — подушки для стоянки самолета [14, с. 152]; 17 — подушки с пятью соединительными точками [33, с. 114]; 18 — опалубка для изготовления двустенных мембран [33, с. 118]; 19 — палатка из надувных ачех [31]; 20 — пневматическая конструкция между бетонными подставками [33, с. 113]; 21 — перекрытие стадиона в Ганновере [27]; 22 — 24 — пневмопокрытие К. Танге на "ЗКС-110-70, Осака" [29, № 164]; 25 — надувная ячеистая треугольная конструкция [33, с. 106]; 26 — 28 — дипломная работа Ю. Ф. Деннера [13, с. 226]; 29 — пневмопечное покрытие между стальными трубами [33, с. 113]; 30 — кинематическое покрытие, условная структура [11, с. 115]; 31 — 35 — уменьшение угловой формы в соответствии с формой плавания [33, с. 107]; 36 — купол из пневматических многослойных элементов [33, с. 115]; 37 — 41 — конструкции "атмосферес" [1, с. 160, с. 18]; 42 — 43 — конструкции из пневмоэлементов [27]; 44 — 45 — пневмокресла [2, № 9, 1971, с. 575]; 46 — 47 — пневмоперекрытие над сценой театра на открытом воздухе на ринах в Бад Херфельде [27]; 48 — 49 — двухслойные мембраны покрытия [26, с. 74]; 50 — 51 — "концепция Динамит" Соноли и Фишера [27]

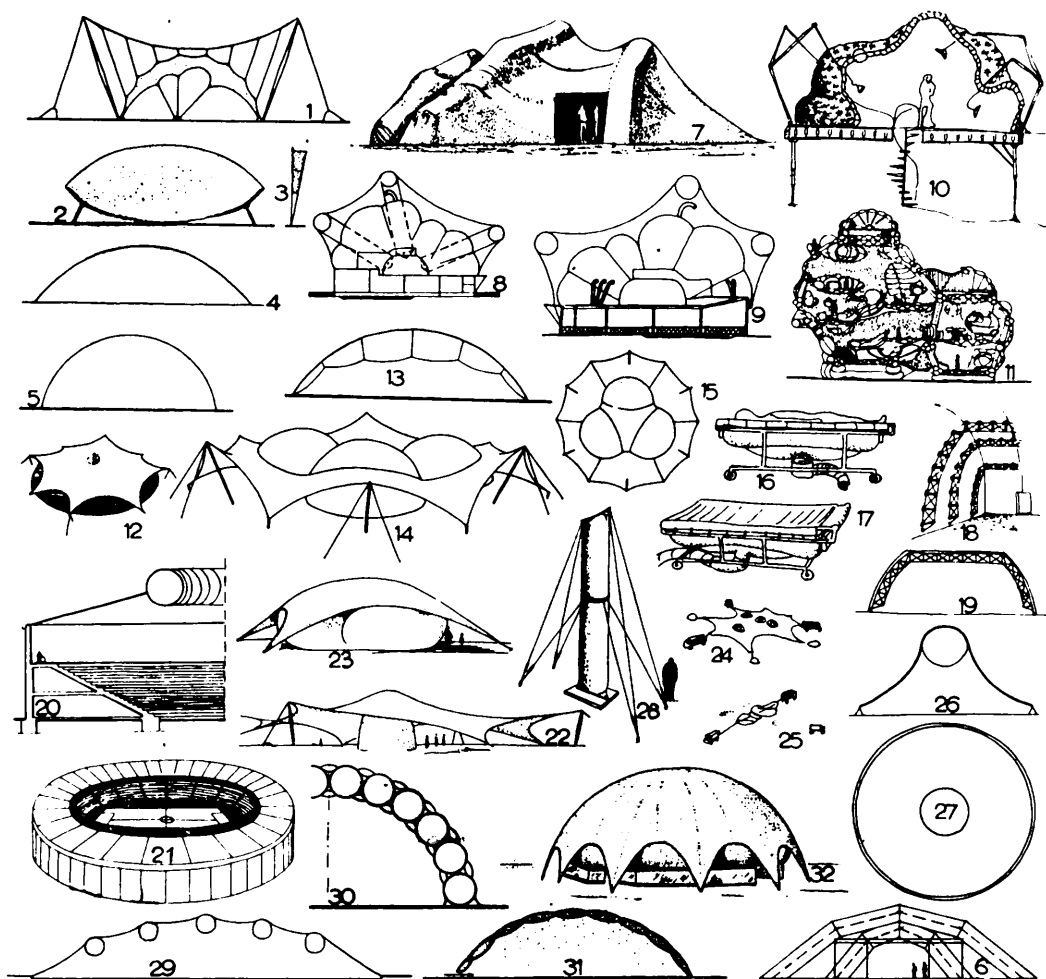
1 — аэковая система [37]; 2 — изменяемые пневматические конструкции из наддуваемых аэковых систем (проект Клея); 3 — форум Штегели, аэковые перекрытия [40, с. 55]; 6 — наддувное кресло [17, № 457, дек. 1967, с. 17]; 7 — город досуга [12, с. 174]; 8 — аэковая конструкция на гараж [2, № 1, 1973]; 9 — трансформация аэковой конструкции [25, № 5, с. 95]; 11 — выставочный павильон атомной энергии США [14, с. 19]; 12 — портал в Ганновере [17, № 11, 1971, с. 507]; 13 — перекрытие спортзала [45, № 3, 1971, с. 67]; 14 — "Облако Амстердам" [2, № 2, 1971]; 15 — наддувная радиарная антенна [14, с. 182]; 16 — 19 — трансформация двойной мембраны с параллельным движением [25, с. 95]; 20 — свертывающаяся мембрана, поддерживаемая воздухом [33, с. 153]; 21 — музыкальный инструмент; 22 — павильон [45, № 5, 1969, с. 114]; 23 — пневматический док-рат [2, № 4, 1970, с. 173]; 24 — спортзал с подшокольным пневматическим перекрытием [42, с. 17]; 25 — пневматическая скульптура. Образ города [2, № 12, 1971, с. 785]; 26 — двойная мембрана между колонн [22, с. 109]; 27 — наддувные элементы [2, № 3, 1972, с. 169]; 28 — "Болная прогулка", условная структура [11, с. 113]; 29 — пневматический пучок [17, № 457, дек. 1967, с. 12]; 30 — 33 — театр центра искусств в Бостоне [33, с. 110]; 34 — пневматический бар [2, № 4, 1973]; 35 — пневматическая скульптура; 36 — перекрестки стадиона во Франкфурте [16, № 3, 1972, с. 270]; 39 — система укладок "пневмопак"; [проект "Динамит Нобель"]; 40 — плот из шкур животных [19, с. 9]



Л — липовая работа Ю. Ф. Денера [13, с. 334]; 2 — 3 — трех- и четырехчастные мембраны для изоляции оков [33, с. 144]; 4 — матрас [33, с. 114]; 5 — двойная пленка на раме в качестве оконного элемента [33, с. 114]; 6 — купол из пневматических растущих подушек чехок [33, с. 121]; 7 — надувная лопка [2, № 7, 1971]; 8 — купола на подвешенных чехках [33, с. 114, 121]; 10 — 11 — жилые пространства на надувных куполах на шестигранной сетке [33, с. 114]; 12 — надувное агровое плито [2, № 3, 1973, с. 196]; 13 — 15 — воздушные зонты [14, с. 224]; 16 — 17 — внутреннее соединение чехковой мембраны [33, с. 114]; 18 — надувной пластмассовый дом [19, с. 86]; 19 — 20 — надувное цилиндрическое покрытие [23, с. 74]; 21 — 22 — воздухоопорные зальи [27]; 23 — воздухоподдерживающийся антар [21, с. 107]; 24 — замененная купольная крыша [27]; 25 — пневматическое покрытие для разара [21, с. 122]; 26 — луночужный купол [33, с. 118]; 27 — мембрана питиво отверстиями в крыше [33, с. 114]; 28 — 30 — труба, летящий бассейн и надувной матрас [33, с. 116]; 31 — зал на параллельно соединенных надувных арок [27]; 32 — форма сварки мембран [33, с. 116]; 33 — купол из соединенных вместе шлангов [33, с. 118]; 34 — 35 — спасательный переход [14, с. 160]; 36 — привязной аростат [27]; 37 — надувное кресло [1, № 155, апрель-май, 1971, с. 61]; 38 — перекрытие стадиона [45, № 3, 1971, с. 61]; 39 — чехковая конструкция с радиальными внутренними стенами [33, с. 119]; 40 — мебель для сидения [2, № 9, 1971, с. 574]; 41 — структура для поддержки мембраны [33, с. 116]; 42 — пангильон из двойных конусов [33, с. 118]; 43 — 44 — складные меша [18, лист 52, 1967]; 45 — надувное кресло [17, № 457, дек. 1967, с. 13]; — надувной мост [23, с. 68]; 47 — цилиндрическое покрытие из параллельных шлангов [33, с. 116]; 48 — чехковая конструкция [16, с. 1299]

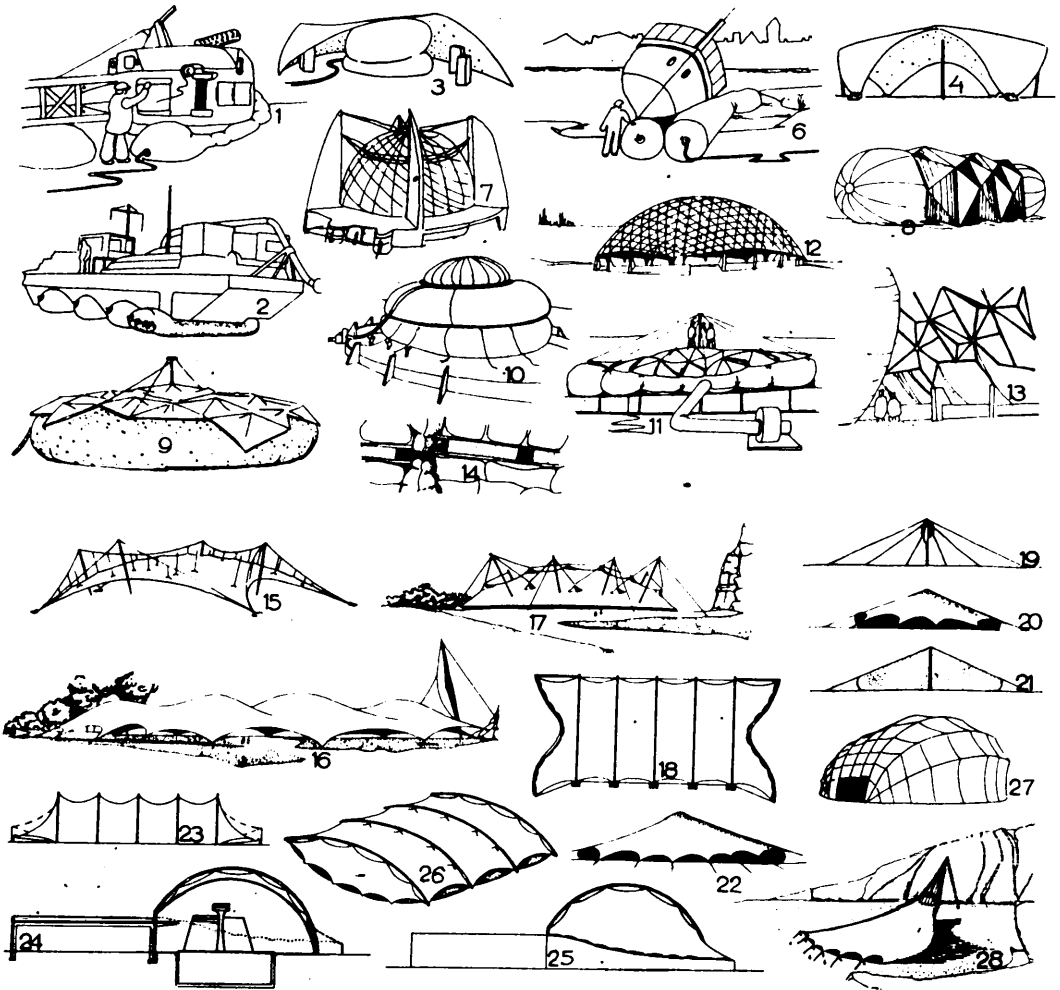


11 – 17 – варианты решения входов в термоэлементах [Каталог аттесты Вирьбона]; 18 – вальцекообразный вход [14, с. 111]; 19 – ворота споротала [11]; 20 – самоэзотроа [11]; 21 – входного купола надущого купола [45, серия 5, № 5, с. 115]; 21 – решение входов в пневматизации [Каталог аттесты Вирьбона]; 20 – проход в вальцекообразный фасон [36, № 1, 1972, с. 115]; 31 – повора-чающаяся серия входов [42, с. 188]; 32 – 33 – повора-чающаяся серия входов [16, № 11, 1970, с. 941]; 34* – воздукохотомый вход с повора-чающимися вальцами [33, с. 21]; 35* – вход в купол [14, с. 151]; 36 – вальцекообразный вход [14, с. 118]; 37 – двойная вальца [31]



Лист 19

1 — дипломная работа Ю. Ф. Децнера. Подвешенный купол [13, с. 227]; 2 — 3 — перекрытие стадиона [33, с. 41]; 4 — 5 — возможная кривизна купола [33, с. 41]; 6 — 7 — изменяемая пневматика [27]; 8 — 9 — плавающий театр [42, с. 14, с. 220]; 10 — жилая ячейка из вакуумных конструкций [7, № 11, 1971, с. 475]; 11 — жилое пространство из пневматических структур [19, с. 63]; 12 — эллипсоид под мембраной [33, с. 150]; 13 — двойная мембрана [33, с. 41]; 14 — 15 — выставочный зал [1, № 160, с. 15]; 16 — 17 — пневматическая больничная кровать; 18 — 19 — зал с натянутыми пневматическими слоенными плитами [33, с. 149]; 20 — 21 — перекрытие Вемблейского стадиона [42, с. 56]; 22 — мембрана, поддерживаемая шаром [33, с. 150]; 23 — мембрана, поддерживаемая эллипсоидом [33, с. 151]; 24 — 25 — палатка на баллонах, раздвигаемая грузовиками [19, с. 50]; 26 — 27 — баллон, прикрепленный веревочной сеткой [33, с. 22]; 28 — антенная мачта. Дипломная работа Ю. Ф. Децнера [13, с. 422]; 29 — баллоны, несущие купол [33, с. 41]; 30 — двуслойная несущая мембрана [26, с. 41]; 31 — поддерживаемая газом камера с двойной пленкой [33, с. 41]; 32 — выставочный павильон с арочным входом [27]



Лист 20

1 — пневматический домкрат; 2 — транспортирование грузов по пневматическим валикам; 3 — 5 — формирование пленки с помощью поддерживающих баллонов и стоек [33, с. 162]; 6 — пневматический домкрат в корабельном доке; 7 — эскиз памятника [4, № 13]; 8 — пневматическое устройство для монтажа складчатых конструкций [42]; 9 — 13 — пневматические устройства для монтажа металлических решетчатых куполов [21, с. 112]; 14 — пневмостабилизаторы; 15 — парус, натянутый между пятью точками [33, с. 157]; 16 — волнообразные мембраны [33, с. 153]; 17 — 18 — мембраны с внешними растяжками [27]; 19 — 22 — трансформация центрально собирающейся мембраны с помощью внутреннего давления [25, с. 93, 33, 152]; 23 — 25 — перекрытие плавательного бассейна [27]; 26 — трансформация параллельно собирающейся мембраны с помощью внутреннего давления [25, с. 93]; 27 — воздухоопертый зал [31]; 28 — трансформация мембран в одной точке с помощью внутреннего давления [33, с. 152]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альберти Леон Батиста. — М.: Наука, 1977.
2. Андерсон Б. Солнечная энергия (основы строительного проектирования): Пер. с англ. — М., Стройиздат, 1982.
3. Анисимов Б. П., Радченко А. И. Трансформирующиеся здания и сооружения//Конструкции жилых и общественных зданий. Технология индустриального домостроения. Вып. 10./ЦНТИ по градостроительству и архитектуре. — М., 1985.
4. Анкирский Е. С., Беккер Г. П., Пузанов В. И. Автономный сельский дом// Техническая эстетика. 1986. № 12.
5. Архитектурная бионика. — М.: Стройиздат, 1990.
6. Архитектурное прогнозирование//Архитектура и градостроительство. 1990. № 1. Прил. 2 "Тенденции и направления в современной зарубежной архитектуре".
7. Беккер Г. П., Переверзев Л. Б. Сценарное моделирование как метод//Техническая эстетика. 1988. № 7.
8. Вартанян О. М. Теоретические основы динамического структурного формообразования в архитектуре: Дисс. на соиск... д-ра архит. — М., 1989.
9. Волков А. И. Тектоника структурных пространств с направляющими поверхностями//Техническая эстетика. 1979. № 3.
10. Воронов А. И. О теории мобильной архитектуры И. Фридмана//Архитектура СССР. 1973. № 3.
11. Гайдученя А. А. Динамическая архитектура (основные направления развития, принципы, методы). — Киев: Будівельник, 1983.
12. Гидион З. Пространство, время, архитектура. — М.: Стройиздат, 1984.
13. Гольдин Я. С., Бобров Ю. Л. Строителю об изобретательстве и рационализации. — М.: Стройиздат, 1989.
14. Гуляницкий Н. Ф. Новое в архитектуре Японии: Обз./ЦНТИ, — М., 1972.
15. Гутнов А. Э., Лежава И. Г. Будущее города. — М.: Стройиздат, 1977.
16. Ермолов В. В. Развитие пневматических строительных конструкций//Вопросы истории естествознания и техники. 1984. № 4.
17. Зайченко Е. Н. Быстровозводимые временные здания и сооружения: Обз./Сер. Конструкции жилых и общественных зданий. Технология индустриального домостроения. Вып. 4./ЦНТИ. — М., 1983.
18. Законодательство СССР по изобретательству/ВНИИПИ. — М., 1981.
19. Зоколей С. Солнечная энергия и строительство: Пер. с англ. — М.: Стройиздат, 1979.
20. Иваненко В. Д. Архитектурное формообразование вантово-стержневых комбинированных систем: Автореф. дисс. на соиск... канд. архит. — М., 1981.
21. Иконников А. В. Функция, форма, образ в архитектуре. — М.: Стройиздат, 1986.
22. Иконников А. В. Художественный язык архитектуры. — М.: Искусство, 1985.
23. Иконников А., Пчельников К. Кинетическая система расселения//Город и время. — М.: Стройиздат, 1973.
24. Каракозов О. Н., Ткаченко И. П. Склады-валяющие конструкции с применением стали, алюминия и других эффективных материалов: Обз./Сер. Конструкции жилых и общественных зданий. Вып. 3./ЦНТИ. — М., 1982.
25. Карасев Н. Н. Мобильные здания и комплексы на основе открытых конструктивных систем. — М.: Стройиздат, 1987.
26. Квормби А. Архитектор и пластмассы. — М.: Стройиздат, 1978.
27. Кликс. Проблемы психофизики восприятия пространства. — М., 1965.
28. Колейчук В. Ф. Зрительные образы пространства: опыт экспериментального анализа//Пространство в формировании структуры и образа предметной среды/Тр. ВНИИТЭ. Сер. Техническая эстетика. Вып. 40. — М., 1983.
29. Колейчук В. Ф. Кинетизм — направление дизайнерского формообразования//Композиционные средства и приемы художественной выразительности в дизайне/Тр. ВНИИТЭ. Сер. Техническая эстетика. Вып. 33. — М., 1982.
30. Колейчук В. Ф. Комбинаторное формообразование//Эксперимент в дизайне/ВНИИТЭ. — М., 1987.
31. Колейчук В. Ф. Опыт классификации трансформаций плоского листа//Конструкция, функция, художественный образ в дизайне/Тр. ВНИИТЭ. Сер. Техническая эстетика. Вып. 23. — М., 1980.
32. Колейчук В. Ф. Приемы светового дизайна//Эксперимент в дизайне/ВНИИТЭ. — М., 1987.
33. Колейчук В. Ф. Трансформирующиеся и кинетические структуры//Эксперимент в дизайне/ВНИИТЭ. — М., 1987.
34. Крестьяшин С. И., Мелуа А. И., Мордюк В. И. Проблемы строительства в экспериментальных условиях//Сер. Строительство и архитектура. 1981. № 4.
35. Лаврентьев А. Н. Композиционно-графическое моделирование как форма проектного эксперимента//Проблемы художественной выразительности современной предметной среды/Тр. ВНИИТЭ. Сер. Техническая эстетика. Вып. 47. — М., 1985.
36. Лебедев Г. Архитектура и дизайн: Анализ концепции тотального дизайна Р. Б. Фуллера//Архитектура СССР. 1973. № 1.
37. Лебедев Ю. С. Трансформация в архитектуре и живой природе//Архитектурная бионика. — М.: Стройиздат, 1990.
38. Лебедев Ю. С., Самохина Т. М. Трансформируемые конструкции в современной архитектуре

ре//Сер. Конструкции жилых и общественных зданий. Технология индустриального домостроения. Вып. 2./ЦНТИ. — М., 1983.

39. Литвинов М. М. Трансформация листовых структур в природе и архитектуре. Метод ТПЛ (трансформация плоского листа)//Архитектурная бионика/ЦНИИЭП жилища. — М., 1989.

40. Локтев В. Динамический функционализм/Социальные предпосылки формирования города будущего. Вып. 30/ЦНТИ. — М., 1967.

41. Локтев В. К архитектуре космического пространства//Архитектура СССР. 1985. № 1.

42. Майдар Д., Пюрвеев Д. От кочевой до мобильной архитектуры. — М.: Стройиздат. 1980.

43. Мастера архитектуры об архитектуре. — М.: Искусство, 1972.

44. Машинский В. Изменяющиеся сооружения. Принципы проектирования//Архитектура СССР. 1979. № 3.

45. Мельников Л. Н. Цветовое оформление замкнутых пространств малого объема//Проблемы сенсорной изоляции. — М., 1970.

46. Объемно-пространственная композиция/Под общ. ред. А. В. Степанова — М.: Стройиздат, 1993.

47. Патентная информация на службе научно-технического прогресса. — Мат-лы Всесоюз. науч.-техн. конф. 4 — 6 июня 1986 г./ВНИИПИ. — М., 1987.

48. Поло М. Путешествие в 1396 году по Татари и другим странам Востока. — СПб., 1873.

49. Рагон М. Города будущего. — М.: Мир., 1969.

50. Раппопорт А. Г., Сомов Г. Ю. Форма в архитектуре: Проблемы теории и методологии/ВНИИТАГ. — М.: Стройиздат, 1990.

51. Русаков И. А. Геометрическое моделирование трансформируемых конструкций архитектурных сооружений с учетом формообразующих факторов: Автореф. дисс. на соиск. канд. техн. наук. — Киев., 1989.

52. Рябушин А. В. Развитие жилой среды. — М.: Стройиздат, 1976.

53. Сапрыкина Н. А. Мобильное жилище для Севера. — Л.: Стройиздат, 1986.

54. Сапрыкина Н. А. Мобильные здания и сооружения: Обз. информ./ВНИИТАГ. — М., 1988.

55. Сахаров А. Н., Анисимова И. И. Архитектурное проектирование малоэтажных жилых домов с солнечным энергообеспечением: Курс лекций/Гособразование СССР. — М., 1983.

56. Селиванов Н. П. Здание следит за солнцем. Принцип чуткого реагирования зданий на энергетическую ситуацию среды//Архитектура (прил. к Строительной газете). № 20. 6 окт. 1985.

57. Танака С., Суда Р. Жилые дома с автономным солнечным теплохладоснабжением: Пер. с японск. — М.: Стройиздат, 1989.

58. Хан-Магомедов С. О. Динамическая форма в творческих концепциях 20-х годов//Динамическая и кинетическая форма в дизайне/ВНИИ-ТЭ. — М., 1989.

59. Щербаков С. Е. Переносные постройки и их производство и применение. — СПб., 1896.

60. Энергоактивные здания/Под ред. Э. В. Сарцацкого и Н. П. Селиванова. — М.: Стройиздат. 1988.

61. Anpassungsfähig Bauen/Institut für leichte Flächentragwerke (IL) № 14, Germany, 1975.

62. Banham R. Die Revolution der Architektur/Reinbeck b. — Hamburg, 1964.

63. Biologie und Bauen/Institut für leichte Flächentragwerke (IL) № 3, 1971, № 4, Germany, 1973.

64. Bird Walter W. The history of the air structures in the USA. — Zelte Institut für leichte Flächentragwerke (IL) № 16, Germany, 1976.

65. Bubner E. Anpassungsfähig Bauen. Historische Abriss. — Institut für Flächentragwerke (IL) № 14, Germany, 1975.

66. Burkhardt B. "Das historische Zelt. Aspekte zu Form, Konstruktion und Anwendung"/Institut für leichte Flächentragwerke (IL) № 14, Germany, 1975.

67. Burns J. Jam-Projekte der Anthopoden für Gestaltung der Zukunft. — Köln, 1971.

68. The Canadian Architect. — Don Mills, Ontario, 1971, № 11.

69. Conrads U. Programme und Manifeste zur Architektur des 20 Jahrhunderts. — Frankfurt/M., Berlin.

70. Conrads U. und Sperlich H. G. Phantastische Architektur. — Stuttgart, 1960.

71. Le Corbusier. Mein Werk. — Stuttgart, 1960.

72. Stadtstrukturen für morgen, Dahinden J. — Stuttgart, 1971.

73. Dent R. Principles of pneumatic Architecture. — London, 1971.

74. Fuller R. Bucminster "Nusky building & K^{on}." — Lonberg — Hom-Ekistics. Vol. 26, № 155, Okt., 1968.

75. Geschichte Wandelbar Dächer/Institut für leichte Flächentragwerke (IL) № 5, Germany, 1972.

76. Gideon S. Raum, Zeit, Architektur. — Ravensburg, 1965.

77. Gill S. P. Development of lightweight structures for solar energy. — Leichtbau und Energietechnik/Institut für leichte Flächentragwerke (IL) № 11, 1978.

78. Gitterschalen/Institut für leichte Flächentragwerke (IL) № 10. Germany, 1974.

79. Goering Peter L. E. Intermittent environments — the air-curtain as an adoptive enclosure. — Anpassungsfähig Bauen/Institut für leichte Flächentragwerke (IL) № 14. Germany, 1975.

80. Jodicke J. Moderne Architektur. — Stuttgart/Bern, 1969.

81. Krusche Per. Haus und Siedlung als ökologisches System. — Institut für leichte Flächentragwerke (LI) № 27. 1981.

82. Kugel Friedemann. "Wandelbare Dächer und Anpassungsfähiges Bauen/Institut für leichte Flächentragwerke (IL) № 14. Germany, 1975.

83. Kulturemann. Der Schlüssel zur Architektur von heute. — Architectural Design. № 5. 1970.

84. Lagerpusch S. Faltwerk als geometrischer Begriff. — Bauen + Wohnen. № 12. 1967.

85. Leichtbau und Energietechnik/Institut für leichte Flächentragwerke (IL) № 11. 1978.

86. Lutz W. R. Amerikanische Beispiele alternativer Architekten und Stadtgestaltung. — Natürlich Bauen/Institut für leichte Flächentragwerke (IL). № 27. Germany, 1981.

87. Medlin Richard Larry. Types of adaptabiliti/Institut für leichte Flächentragwerke (IL). № 14. Germany. 1975.

88. Netze in Natur und Technik/Institut für leichte Flächentragwerke (IL). № 8. Germany. 1975.

89. Otto F. Anpassungsfähiges Bauen. Mitteilung 6 der Entwicklungsstätte für den Leichtbau. — Berlin, 1959.

90. Otto F. Anpassungsfähigkeit/Institut für leichte Flächentragwerke (IL). № 14. 1975.

91. Otto F. Zubeanspruchte Konstruktionen. Band 1. — Ullstein Verlag, Berlin, 1965.

92. Pneumatische Konstruktionen. Bauten aus Membranen und Luft. — Mit Beiträgen von Gernot Minke und Haus Eggers. — Verlag Gerd Hatje, Stuttgart.

93. Pneus in Natur und Technik/Institut für leichte Flächentragwerke (IL). № 9. Germany. 1977.

94. Ragon M. On Vivrons — nou demain? — Laffont, Paris, 1963.

95. Rudofsku B. Architecture without Architects. — New-York, 1964.

96. Schatten in der Wüste/Institut für leichte Flächentragwerke (IL). № 7. Germany, 1972.

97. Schwerdtfeger F. Housing in Zaria/Oliver P. Shelter in Africa. — London, 1971.

98. Seldak V. Abwickelbare Faltflächentragwerke für investitionssparendes Bauen/Plasticconstruction. № 4. 1974.

99. Seldak V. Stuctural forms in paperboard — a contribution towards lower cost building enclosures/Architectural Design. № 12. 1973.

100. Sild E. Zwischen Gaspalast und Palais des Illusions. — Berlin, Frankfurt/M., Wien, 1967.

101. Spieker Helmut. Systembau und Anpassungsfähigkeit/Institut für leichte Flächentragwerke (IL). № 14. 1975.

102. Stadt in der Arktis/Institut für leichte Flächentragwerke (IL). № 2. Germany, 1971.

103. Stromeyer (Fa). Textiles Bauen (2 Aufgabe), (Prospekt). — Konstanz, 1970/71.

104. Wachsende und sich teilende Pneus/Institut für leichte Flächentragwerke (IL). № 19, Germany. 1979.

105. Wachsman Konrad. Building is energy and motion in time and spac. — Anpassungsfähig Bauen.: Institut für leichte Flächentragwerke (IL). № 14. Germany, 1975.

106. Wagner M. Das wachsende Haus. — Leipzig und Berlin, 1932.

107. Wandelbare Dächer/Institut für leichte Flächentragwerke (IL). № 5. Germany, 1972.

108. Wandelbare Pneus/Institut für leichte Flächentragwerke (IL). № 12. Germany, 1975.

109. Wendland B. Grundzüge einer Theorie des ökologischen Bauens/Institut für leichte Flächentragwerke (IL). № 12. 1981.

110. Wienands R. Pueblos, Städte aus Lehm. — Baumeister, № 12, 1971.

111. Wilkinson The ancient Egyptians, 11.

112. Zelte. Institut für leichte Flächentragwerke (IL) № 16, Germany, 1976.

К библиографическому описанию

1. Architecture d'auhourd'hui. — 10 Rue Lyavtely, 75016 Paris.

2. Arhitectural Design. — The Standard Catalogue Co. Ltd., 26 Bloomsbury Way, London WC 1A 2SS.

3. ADAC — Motorwelt. — Richard Wagner Str. 53 7000 Stuttgart.

4. Architecture Monument et Continue. Redaktion der Zeitschrift. Et Publicite. 100 Rue du Cherche-Midi. Paris, 60.

5. Atelier Warmbronn (AW). Bergstrasse 9, 7251, Warmbronn.

6. Ballonfabrik Augsburg. Postfach 280. D 8900, Augsburg, 31.

7. Bauen und Wohnen GmbH. Rasenheimer Strasse, 145 8000 München, 80.

8. Bauplanung und Bautechnik. Ministerium für Bauwesen Kammer der Technik (FV Bauwesen) X 108 Berlin, DDR, Postfach, 1232.

9. Bauwelt. Verlagsgruppe Bertelsmann GmbH Bertelsmann Fachverlag, Berlin.

10. Bird W. W. Plastics in Architecture. MIT Summer School, June 25, 1965 auch Birdair Structures Inc. 1967.

11. Burns J. Jam-Proekte der Anthopoden für Gestaltung der Zukunft, Köln, 1971.

12. Dachinden J. Stadtstruktur für morgen. — Stuttgart 1971.

13. Denner F. J. Bulles et Membranes Diplomarbeit. — Strassburg 1971.

14. Dent R. Principles of pneumatic Arhitecture. — London 1971.

15. Der Deutsche Baumeister (BDB). — Organ des Bundes Deutscher Baumeister und Ingenieure e.V.

16. Deutsche Bauzeitung. — Deutsche Verlags— Anstalt GmbH Neckarstrasse 121 — 125, 7000 Stuttgart, 1.

17. Domus. — Ufficio Abbonamenti, Via Monte di Pieta 15, 20121 Milano

18. Du Pont (Fa 7), Heat Sealing Technical Information. — Du Pont Bulletin TD-14 Genf/Schweiz auch Du Pont Elastomer Blätter 1967/52.

19. Fuzio G. Costruzioni Pneumatiche (Quaderni del Centro die Documentazione Sulla industrializzazione Edilizia, Universita di Bari 4). — Bari, 1968.

20. Glanzstoff AG. Traglufthalle mit selbsttragender flexibler Luftschleuse aus aufblasbaren Bauelementen Pa. 208813, Dt. 10.4.1968.
21. Her Majesty's Stationary Office. Air Structures. — A Survey, London, 1971.
22. Home Magazine. Los Angeles Times. Times Mirror Square, Los Angeles — California 90053.
23. IASS und Universität Stuttgart. Proceedings of the first international colloquium on pneumatic structures, held on May 11./12. 1967 at the University of Stuttgart.
24. Institut für leichte Flächentragwerke (IL) Universität Stuttgart. Stadt in der Arktis (Mitteilung des Instituts, Heft 2). Stuttgart, 1971.
25. Institut für leichte Flächentragwerke (IL) Universität Stuttgart Wandelbare Dächer (Mitteilung des Instituts, Heft 5). — Stuttgart, 1972.
26. Institut für Umweltplanung, Ulm. Pneumatische Konstruktionen. Seminarbericht an der TU Hannover (Abt. Architektur), 1970 und zwei Arbeitsberichte (IUP 7 und 9), Ulm 1972.
27. International Symposium for pneumatic structures, Delft 1972. 47 Vortragsmanuskript, Delft, Universiteit of Technology, Dept. of Architecture, 1972.
28. International Symposium Pneumatic Structures. — Delft 1972 in Neuf, 7 me (1972) 38 (juillet-tout).
29. Japan Architect Co. Ltd 31 — 2 Yushima 2—chome. Bunkyo-ku, Tokyo, 113.
30. Kleyer AG (Fa). Aeroform Hallen, Prospekt Minden o. J.
31. Krupp F. DmbH, Krupp Universalbau. — Postfach 932, 4300 Essen 1.
32. Noe-Schalltechnik (Fa) Noe-Gummischalung, Prospekt 7334 Süssen o. j.
33. Otto F. und Troster R. Zugbeanspruchte Konstruktionen, Band 1 Berlin 1965. — Englische Ausgabe: Tensile Structures Combridge, 1967.
34. Paris Match. — Jean Prouvost 51 Rue Pierre Charron, Paris.
35. Plan. — Keisersgracht 321, Amsterdam.
36. Plasticconstruction. — Zeitschrift für das Bauen mit Kunststoffen. — Carl Hanser Verlag, München.
37. Ragon M. On Vivrons-nou demain?. — Laffont, Paris, 1963.
38. Der Spiegel Verlag. — Brandswiete 19, Ost-Weststr. 2, Hamburg 11.
39. Stern. Das Deutsche Magazin, Postfach 302040, 2000 Hamburg, 36.
40. Stromeyer (Fa) Textiles Bauen (2. Aufgabe), (Prospekt). Konstanz 1970/71
41. Wellesley S. W. Een Analyse van hat gewone — on — line architecture Interview met Sean Wellesley Miller in Wonen 4.4.1969. S. 40 — 46.
42. Yermolov V. V. Pneumatische Konstruktionen. — Moskau, 1973.
43. La Nacion, Buenos Aires, 24.11.71.
44. Build International, № 1 + 2, 1970.
45. Technigve et Architecture.

Предметно-именной указатель

автономные комплексы

- — мобильные 203, 215, 218, 238, 246
- — стационарные 225

адаптация искусственной среды обитания 5, 6, 9, 66, 70, 102, 195, 222, 226, 227

- динамическая 7, 9, 14, 74, 196, 198, 220, 222, 226, 233, 235, 240, 246, 250, 251, 266, 276, 277, 306, 316, 367, 374

— сезонная 13, 198, 221, 14

— статическая 9

— структурная 12

Айгрот Д.-П. 102

Аллен 367

альтернативная архитектура 189, 195, 221, 235, 246

антистатичный объект 8

архитектура невесомости 251

архитектурная бионика 71

- форма 5, 8

астроархитектура 250

Бакема Ж. 69

Банхам Р. 68

Баухауз 280

Берду У. 62

Бернал И. Б. 71

бионические принципы 201

биотехнические системы 188, 191, 203, 276, 348 — 50

биоэнергоактивные здания 222, 225

Бласко И. 152

Брехт М. 152

Бурк П. 103

Вагнер М. 67, 68

вантово-стержневые системы 108, 127, 131

Вармброн Г. 159

Варне Б. 105

Вартанян О. М. 338 — 347

Вахсман К. 68, 70

Вебб М. 70, 299

вела (велария) 43

Весли А. 248

ветроэнергоактивные здания 218

Витрувий 44

временные сооружения 37.

Вудс С. 69

Гарни А. 116

гелиоэнергоактивные здания 196, 208, 217, 225

— — с "пассивной" системой сбора энергии 198

— — с "активной" системой сбора энергии 198, 210, 220, 224

Гидеон З. 62, 65

гидроэнергоактивные здания 221

Гизель Е. 102, 152

Гинзбург М. 72

Гирани Е. 116

Гите Дж. 236

Годель Д. 105

Голосов И. 72

Гоэринг П. 288

Грегоир А. 99

Гропиус В. 67

Гутброт Р. 316, 367

Гутнов А. 73

Гхюламила А. 141

Дахинден Ю. 236

Дероче Ю. 175

Джеликоу Дж. 236

Дикст Н. С. 98

динамичность 8, 86, 266

динамобильные объекты 74, 203, 206, 214, 218, 266, 273, 276

Дитон К. 99

Дупляйсси Р. 116

Дусбург Т. 66

Дюментон Г. 73

Ермолов В. В. 61

зонты 50 — 53, 169

Иконников А. 73

Йонас В. 246

Кавадзоэ Н. 70

Кан Л. 190

Кандилис Ж. 69

Каплицки Я. 235, 252, 306

Катаволос У. 236, 246

Квеле Г. 105

Квормби А. 83

Кикутаке К. 70, 246

кинематические принципы формообразования 266, 373

- Кислер Ф. 67
 Клейне Р. 367
 Кляйн Е. 288
 Корбюзье Ш. Э. 65, 67
 Кригер Р. 173
 Кромтон А. 70
 Крутиков Г. 72
 Кугель Ф. 103
 Курокава М. 70, 236
 Кусто Ж. И. 248
 Кюн К. Г. 367
- Лагнеу П. 102
 Ладовский Н. 72
 Ланчестер Ф. У. 62
 Лебедев Ю. С. 131
 Лежава И. Г. 73
 Леонардо да Винчи 60
 Леонидов И. 129
 Лемброк М. 139
 Локтев В. И. 72
 Лонберг-Хом К. 71, 280
- Мавас А. 102
 Маки Ф. 70
 Маринетти 66
 Маринчек М. 142
 маркизы 48; 49; 167
 Меймон П. 246
 Мелдин Р. Д. 152, 367
 Мельников К. 72
 метаморфическая архитектура 252
 Миллер С. В. 170
 Милса М. 109
 Милютин Н. 72
 Минке Г. 138
 Мис ван дер Роэ 67
 Митчел 115
 мобильность 8, 10, 15, 16, 374
 мобильные объекты 15, 16, 74, 206, 210, 215, 217, 234, 238, 246, 265, 271
 — — из объемных пространственных элементов 37, 74, 206, 269, 271
 — — сборно-разборные 37, 74, 75, 264, 266, 269, 277
 — — трансформируемые 74, 206, 210
 Монтаут Д. 110
 Морган П. 83
- Нерон 44
 Никсон Д. 235, 252, 306
- Оль Х. 172
 Отака М. 70
 Отто Ф. 71, 137, 161, 316, 367
 Оуен Х. 224
 Оффер Г. 172
- палатки 30, 47, 361, 316, 363
 Пакстон Д. 53
 передвижные 37
 Пере О. 65
 Пиатчек М. 139
 Пиньеро Е. П. 170
 Пиэре А. 105
 Плиinius 48
 пневматические сооружения 61, 71, 167, 179, 276
 Покровский Г. И. 62
 Поло М. 37
 Поэльцинг 67
 Прокопом В. 152
 психологический комфорт 262, 264
- Райт Ф. Л. 65, 236
 Рамштайн В. 172
 Раша Б. 62
 Ритчей 115
 Рихарт 367
 Родер 139, 140
 Родченко А. 106, 122
 Ромберг Б. Ф. 102, 139, 140, 142
 Рудольф П. 316
 Рунау В. 288
- сакраментальные объекты 316
 Сант-Элиа 66
 Силщиц И. 173
 Снельсон К. 129
 Солери П. 109, 235, 236
 Ссумак 105
 статичный объект 8
 Стивенс Г. 62
 структуры
 — — кинематические 74, 84, 87, 127, 198, 251, 274, 276, 277, 364
 — — гибкие 90, 137, 138
 — — жесткие 90, 93, 136
 — — изгибные 118
 — — разрезные 119
 — — складчатые 119, 338 — 347
 — — самовозводящиеся 119, 126, 130, 131
 — — складные 37, 338 — 347
 — — складчатые жесткие 276

- Таллиберт Р. 147, 149, 152
 Танге К. 70, 246, 316
 Теренин А. 105
 технологическая архитектура 229, 249
 Торштайн Э. 159
 трансформация 8, 11, 16, 74, 87, 198, 210, 215, 251, 256, 262, 276, 374
 — ациклическая 11, 87, 198
 — вращательная 12, 89
 — из плоскости 12, 90, 93, 116, 137
 — монтажно-демонтажная 12, 87
 — поступательная 12, 89
 — при параллельном движении 12, 89, 96, 137, 162
 — — циркульном движении 12, 89, 95, 108, 145, 172
 — — центрально-периферическом движении 12, 89, 95, 103, 105, 147, 169
 — скатыванием 12, 90, 93, 137, 176
 — складыванием 12, 90, 93, 137, 251
 — транспортная 12, 87
 — упругой деформацией, сдвижкой и сборкой 12, 90, 93, 137
 — циклическая 11, 87, 198
 — эксплуатационная 12, 87, 198
 Тшуми Ф. 138
 Ундервуд Р. Д. 138
 факторы психолого-эстетические 19, 255
 — формирования 17 — 20, 256
 Фалько 248
 Фелинг Н. 105
 Фергnaud Д. 116
 Ферре П. 105
 Фонтен 58
 Фридман И. 69, 78, 246, 367
 Фуллер Р. Б. 68, 129, 190
 Херрон Л. Р. 70
 Хирт Р. 115
 Хольцапфель 175
 Хольцмайстер Ц. 145
 Хорта В. 65
 Хундертвассер Ф. 369
 Цезарь 44
 Цитек А. 96
 Чарвир А. 102
 Чардинер Ю. 141
 Чарпентир К. 99
 Чаррас Ф. 102
 Черников Я. 72
 Чингисхан 29
 Чок У. 83
 Чцек Г. 145
 Шеметов П. 175
 Шматц Е. 152
 Шмид А. 152
 Штромер Р. 145
 Штромайер Л. 137, 147
 Шульце-Филитц Э. 70
 Эдлер М. 109
 Эйфель 58
 экзоархитектура 250
 экстремальные условия строительства 227, 229
 — — — в космосе 250, 256
 — — — в пустынях 234, 366
 — — — в северных районах 233
 — — — в сейсмических районах 237
 — — — на воде и под водой 240, 248
 — — — подземное 235
 Эллер М. 109
 Эммерих Д. Ж. 129
 энергоактивные здания 195, 196
 — — жилые 194
 — — промышленные 199
 Эткин Б. 288

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Предисловие	5
Г л а в а 1. Принципы изменяемости архитектурной формы	8
1.1. Динамическая адаптация архитектурных объектов	8
1.1.1. Понятия адаптации, мобильности и трансформативности	8
1.1.2. Сферы проявления и использования	13
1.2. Условия формирования изменяемых архитектурных объектов	17
1.2.1. Факторы формирования	17
1.2.2. Требования и критерии оценки	21
Г л а в а 2. Проектирование и строительство изменяемых архитектурных объектов	28
2.1. Исторический опыт использования изменяемых архитектурных объектов	28
2.1.1. Примеры применения	28
2.1.2. Теоретические разработки	66
2.2. Современное проектирование и строительство	74
2.2.1. Типы изменяемых конструктивных систем	74
2.2.2. Жесткие кинематические системы	93
2.2.3. Гибкие кинематические системы	137
Г л а в а 3. Развитие и использование принципов динамической адаптации архитектурных объектов	188
3.1. Альтернативная архитектура	188
3.1.1. Биотектонические системы	188
3.1.2. Архитектура экстремальности	227
3.2. Потенциальные возможности динамической адаптации	266
3.2.1. Изобретательская практика	266
3.2.2. Специальные области использования	277
Заключение	374
Библиографическое описание	376
Список литературы	396
Предметно-именной указатель	400

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Сапрыкина Наталия Алексеевна

**АРХИТЕКТУРНАЯ ФОРМА: СТАТИКА
И ДИНАМИКА**

Редактор Н. Б. Либман

Технический редактор Е. Л. Темкина

Корректор Н. А. Шатерникова

Лицензия № 020441 от 28.02.92

ИБ № 5474

Сдано в набор 30.03.95. Подписано в печать 17.10.95
Формат 70×100 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура "Таймс".
Печать офсетная. Усл.-печ. л. 32,89
Уч.-изд. л. 35,91. Тираж 2000 экз. Изд. № А1-3455.
Заказ № 969 С

Стройиздат. 101442 Москва, Долгоруковская, 23а
Отпечатано в АООТ "Политех 4"
129110 Москва Б. Переяславская, 46

Издательство "СТРОЙИЗДАТ"
представляет:

УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА
для вузов

АРХИТЕКТУРА И ПСИХОЛОГИЯ: Учеб. пособие для вузов/А. В. Степанов, Г. И. Иванова, Н. Н. Нечаев.— 1993.— 295 с.: ил.— В твердом переплете.

В первой части книги освещено развитие профессиональных представлений о восприятии пространства в теории и практике архитектуры, начиная с первобытных времен и заканчивая нашим веком. Вторая часть — "Психология архитектурного творчества" — рассказывает о психологических основах профессиональной деятельности архитектора: о проектном моделировании, о формировании творческого метода, о становлении композиционного и пространственного представления Художника.

Учебное пособие адресовано студентам архитектурных вузов и факультетов, а также всем тем, кто стремится познать таинство творчества.

Бархин Б. Г. МЕТОДИКА АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ: Учеб.-метод. пособие.— 2-е изд., перераб. и доп.— 1993.— 438 с.: ил.— В твердом переплете.

Подготовка специалиста в высшей архитектурной школе должна соответствовать мировым стандартам, должна подтверждаться конвертируемостью диплома и лицензированием — аттестацией на право самостоятельной архитектурно-творческой деятельности. Диапазон решения этой проблемы у различных школ необычайно широк. Читателю представлена методика, которая является прежде всего обобщением коллективного опыта московской архитектурной школы, выдающихся педагогов и мастеров архитектуры. Автор книги стремился синтезировать опыт учебного архитектурного проектирования, отобрать все наиболее целесообразное из многих вариантов методических приемов и организационных форм отечественных, а также и зарубежных систем архитектурного образования.

Второе издание вышло в 1982 г. В настоящем издании раскрыта специфика творческого процесса и творческого метода архитектора, введено описание ряда новых эффективных методов профессионального обучения, обновлен иллюстративный материал.

Использованные в книге данные по психологии творчества и системный подход к проблемам учебного проектирования, а также положения педагогической науки адресованы как преподавателям, так и студентам для использования в учебном процессе архитектурных вузов и факультетов.

Короев Ю. И. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ: Учеб. для вузов.—2-е изд., перераб. и доп.—1995.—422 с.: ил.

В твердом переплете.

Изложены теоретические основы и практическое приложение методов изображений, которые применяются в архитектурном проектировании: ортогональные проекции, аксонометрия, перспектива и приемы построения теней в этих проекциях. 1-е издание вышло в 1987 г. 2-е издание содержит вопросы для самопроверки и задачи с примерами решений.

Для студентов архитектурных вузов и факультетов.

Брилинг Н. С., Балягин С. Н. ЧЕРЧЕНИЕ: Справ. пособие.— 1995.—421 с.: ил.

Даны теоретические основы черчения; сведения по теории теней в ортогональных, аксонометрических проекциях и в перспективе; основные положения построения чертежей в перспективе и в проекциях с числовыми отметками. Приведены сведения по техническому рисованию и изготовлению машиностроительных и строительных чертежей.

Для работников строительных организаций, а также для учащихся строительных вузов и техникумов.