

света»<sup>32</sup>. Поэтому уже в 1924 г. завершено создание крупного промысла в заливе Кара-Богаз-Гол. В годы Гражданской войны добыча соли на озере Баскунчак пришла в упадок. Возрождение солепромысла началось в 1919 г. Всего за период с 1870 по 1980 гг. из озера Баскунчак извлечено около 150 млн тонн соли. В 1921 г. предприняты усилия по восстановлению Донецких соляных рудников и Одесских солепромыслов. В 1924 г. из Артемовска было отгружено свыше 300 тыс. тонн соли. В дальнейшем соледобыча неуклонно возрастала. В 1927 г. добыто 823,3 тыс. тонны, т. е. больше, чем в довоенный период, в 1934 г. – 1488,3 тыс. тонны.

В 1926 г. в нашей стране создана первая Крымская соляная научно-исследовательская станция в Саках. Позднее – аналогичные станции, изучавшие соляные озера, организованы в Кулундинской степи и Нижнем Поволжье. В 1930 г. начала работу Соляная лаборатория АН СССР в Ленинграде, которая в 1935 г. была реорганизована во Всесоюзный научно-исследовательский институт галургии.

Большой вклад в изучение богатств соляных месторождений внесли такие ученые, как Н. С. Курнаков, В. И. Вернадский, Л. Е. Ферсман, А. П. Виноградов, Н. М. Страхов, В. И. Ильинский, Л. М. Гроховский, К. Б. Ким, М. Г. Валяшко, Л. И. Дзенс-Литовский и многие другие.

В настоящее время естественные ресурсы соли в России практически неисчерпаемы. Месторождения представлены залежами каменной соли, современными самосадочными озерами и подземными рассолами. Соляные источники известны в Предкарпатье, на севере европейской части России и в Сибири. Самосадочные соляные озера обнаружены в Прикаспии, Причерноморье, Западной Сибири. Много каменной соли в Западном Предуралье, Поволжье, Прикаспийской впадине, Донбассе, Днепровско-Донецкой впадине, Припятском прогибе, в Предкарпатье и Закарпатье, Восточной Сибири, Закавказье, Краснодарском крае и центральных и северных областях европейской части страны. Подобные месторождения пока неизвестны только на Дальнем Востоке.

Значительная часть озерной соли добывается на озере Баскунчак – около 5 млн тонн в год. Потребность страны в пищевой соли обеспечивается продукцией Баскунчакского солепромысла на 80%. Продукция этого солепромысла вывозится более чем в 60 областей страны, вплоть до Приморского края. Илецкое месторождение Оренбургской области эксплуатируется уже несколько столетий, ежегодно поставляя 600–650 тыс. тонн поваренной соли высокого качества. Весьма крупные запасы каменной соли – свыше 40 млрд тонн на Усольском месторождении в Иркутской области. Из-за больших глубин залегания соляного пласта разработка месторождения осуществляется способом подземного выщелачивания. Здесь же на базе Тыретского месторождения сооружена шахта глубиной более 600 м, производительность которой 2 млн тонн соли в год. Запасы месторождения оцениваются в 600 млн тонн. Всего же в России для нужд пищевой и химической отраслей промышленности ежегодно добывается свыше 20 млн тонн соли<sup>33</sup>.

<sup>32</sup> Курнаков Н. С. Отчет о деятельности Комиссии по изучению производительных сил. Пг., 1917, № 7.

<sup>33</sup> Ковальский Ф. И. Соль жизни...

Д. А. СОБОЛЕВ

## ИДЕЯ ПОЛЕТА В ТРУДАХ ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ

Одной из самых интересных страниц в многогранном творчестве Леонардо да Винчи являются исследования, посвященные проблеме полета человека. Леонардо был первым из ученых, кто всерьез занялся изучением этой темы. В его рукописях встречаются рисунки и краткие описания различных летательных аппаратов. К этой теме он возвращался на протяжении всей своей творческой деятельности: первые проекты летательных машин относятся к середине 80-х гг. XV века, а последние датируются вторым десятилетием XVI века.

Наиболее многочисленны проекты аппаратов с машущими крыльями – орнитоптеров. Это вполне естественно, так как образцом для подражания на раннем этапе развития авиации всегда была птица.

Первый известный проект летательной машины Леонардо да Винчи – это проект орнитоптера, где человек должен находиться в лежащем положении (1485–1487 гг.) (рис. 1). Для взмахов крыльями нужно использовать и силу рук, и силу ног «пилота». Ось крыла располагалась таким образом, чтобы при движе-

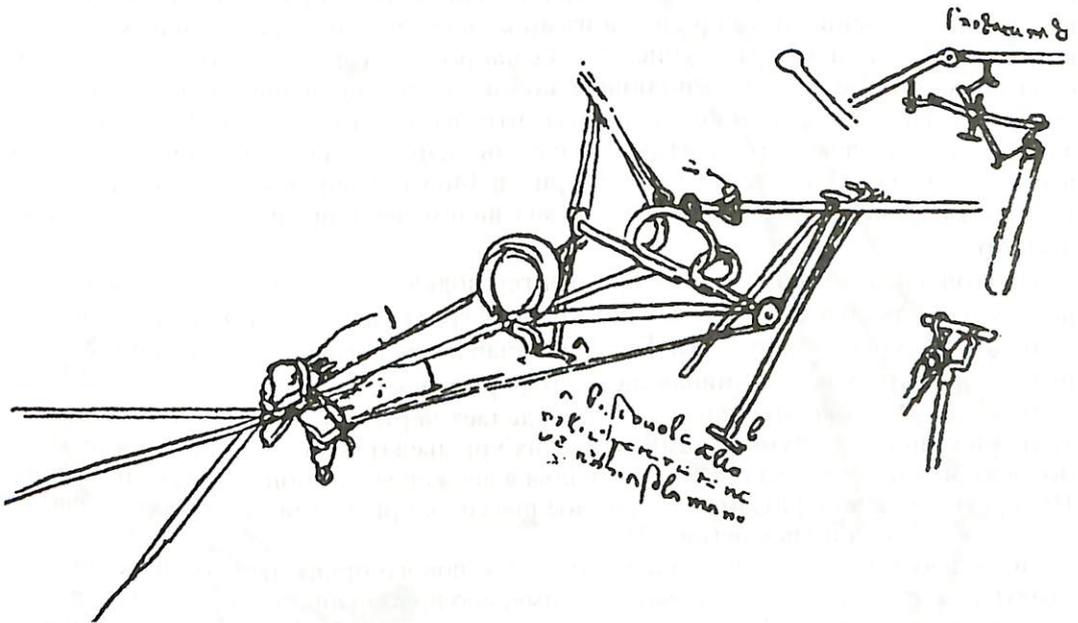


Рис. 1.

нии вниз оно одновременно двигалось назад, создавая наряду с подъемной силой и силу, направленную вперед, необходимую для горизонтального полета.

Леонардо не только привел краткое описание, конструкции, но и дал рекомендации об испытаниях аппарата. Он писал: «Этот прибор ты испытаешь над озером и наденешь в виде пояса длинный мех, чтобы при падении не утонуть. Надобно также, чтобы опускание крыльев производилось силою обеих ног одновременно, дабы ты мог задерживаться и балансировать, опуская одно крыло быстрее другого, смотря по надобности, так, как ты видишь это делают коршуны и другие птицы. И притом опускание посредством двух ног всегда бывает более мощным, чем посредством одной... А поднятие крыльев должно совершаться силою пружины или, если хочешь, рукою, а еще лучше поднятием ноги, это – лучше, потому что руки у тебя тогда свободнее»<sup>1</sup>.

Для управления высотой полета да Винчи предложил оригинальный механизм, состоящий из подвижного горизонтального хвостового оперения, соединенного с обручем на голове человека. Поднимая и опуская голову, испытатель должен был, по замыслу Леонардо, поднимать и опускать хвостовую поверхность орнитоопера (рис. 2).

Стремясь уменьшить затраты сил на движение крыльями, великий итальянский изобретатель предложил делать на машущих поверхностях специальные матерчатые клапаны, которые при движении крыла вниз плотно прижимались бы к натянутой на арматуру крыла сетке, а при обратном ходе открывались, позволяя свободно проходить воздуху. Похожая идея применялась позднее другими конструкторами орнитооптеров.

Еще одним вариантом орнитоопера, предложенным Леонардо в те же годы, был аппарат, в котором человек должен был осуществлять взмахи крыльями, наподобие велосипедиста вращая ногами колеса, соединенные рычагами с силовой конструкцией крыльев (рис. 3). На наброске этого аппарата обращает на себя внимание нечто напоминающее колокольчик, подвешенный перед лицом «пилота». Исследователи до сих спорят, что бы это могло быть. На мой взгляд, данное устройство – это маятник, предназначенный для индикации положения в пространстве. Известно, что примерно в 1485 г. ученый сделал эскиз такого устройства (рис. 4). Если это так, то мы видим первый рисунок авиационного прибора.

Наиболее известный проект – орнитооптер-лодка (рис. 5). Он датируется примерно 1487 г. Судя по всему, человек должен был сидеть или стоять в лодке, двигая соединенные с крыльями рычаги. Еще один рычаг предназначался для поворотов горизонтального руля, напоминающего по форме хвост птицы.

В конце 1480-х гг. Леонардо да Винчи делает чертеж и описание большой летательной машины с двумя парами машущих крыльев (рис. 6). Стоящий в чем-то наподобие чаши, мужчина приводил крылья в движение с помощью системы блоков. Интересно, что аппарат имел убираемое шасси; опоры могли складываться вверх с помощью ворота и тросов (рис. 7).

Леонардо так объяснял концепцию своего нового орнитоопера: «Я решил, что стоять на ногах лучше, чем лежать плашмя, ибо прибор никогда не может перевернуться вверх ногами... Подъем и опускание при движении [крыльев] будут производиться опусканием и поднятием обеих ног, что дает большую силу, а руки ос-

<sup>1</sup> Леонардо да Винчи. Избранные естественно-научные произведения. М., 1955. С. 605.



Рис. 2.

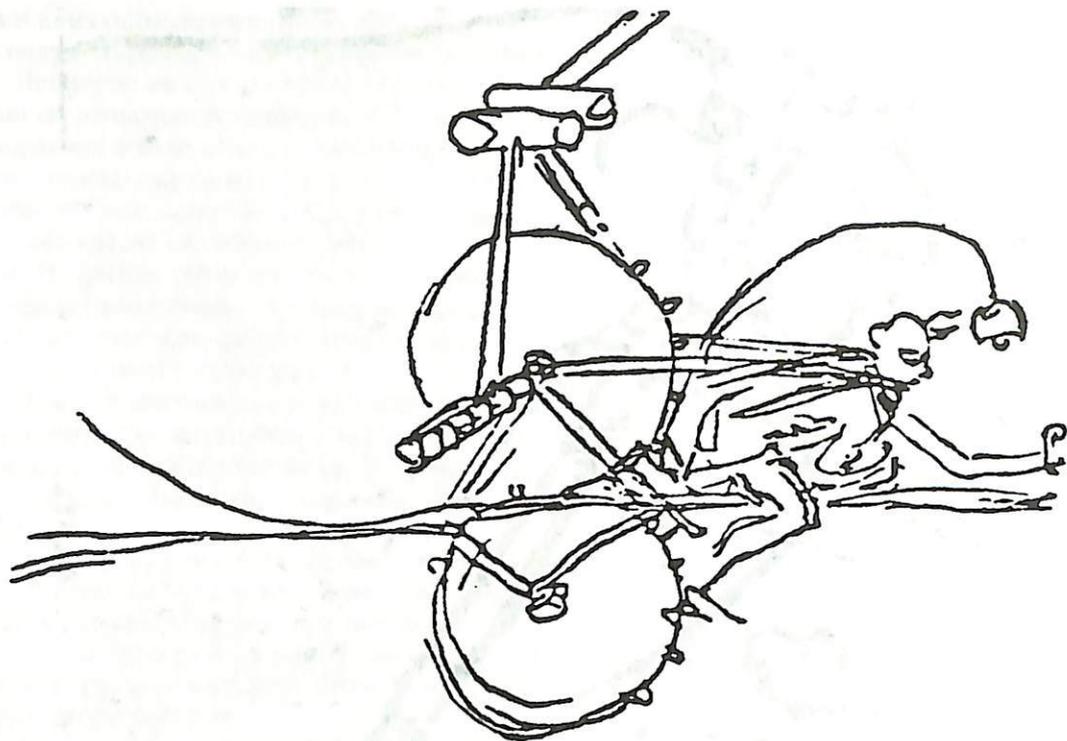


Рис. 3.

таются свободными. Если бы тебе пришлось бы лежать плашмя, то ноги, в берцовых суставах, сильно уставали бы...»<sup>2</sup>.

Данное рассуждение, конечно, верно, но тем не менее этот проект следует отнести к наименее удачному результату творческих изысканий Леонардо да Винчи. Очень большие размеры аппарата: размах крыльев – 40 локтей (около 16 м), высота конструкции – 25 локтей (10 м), сложная и тяжелая трансмиссия – все это делало шансы на подъем в воздух еще менее реальными, чем у прежних орнитоптеров.

По-видимому, со временем Леонардо сам понял нереальность своего замысла. Возможно, он даже проводил какие-то опыты, так как в его записках 1485–1490 гг. есть рисунок эксперимента по определению подъемной силы машущего крыла (рис. 8). Чуть позднее он указал на возможность использования в качестве источника энергии для движения крыльев сжатый с большой силой лук (рис. 9). При распрямлении мощный лук действительно мог создать большой импульс сил, но он был бы очень кратковременным, и в лучшем случае машина могла бы только подпрыгнуть вверх.

Подсказку для выхода из этой тупиковой ситуации дало тщательное изучение механизма полета птиц, которым ученый увлекся на рубеже XV–XVI вв. Наблюдение за пернатыми натолкнуло его на верную мысль о том, что основная тяга в полете создается концевыми частями крыла. В результате в самом конце XV в. Леонардо делает чертеж принципиально нового проекта орнитоптера – с крылом, состоящим из

<sup>2</sup> Леонардо да Винчи. Избранные естественно-научные произведения... С. 606.

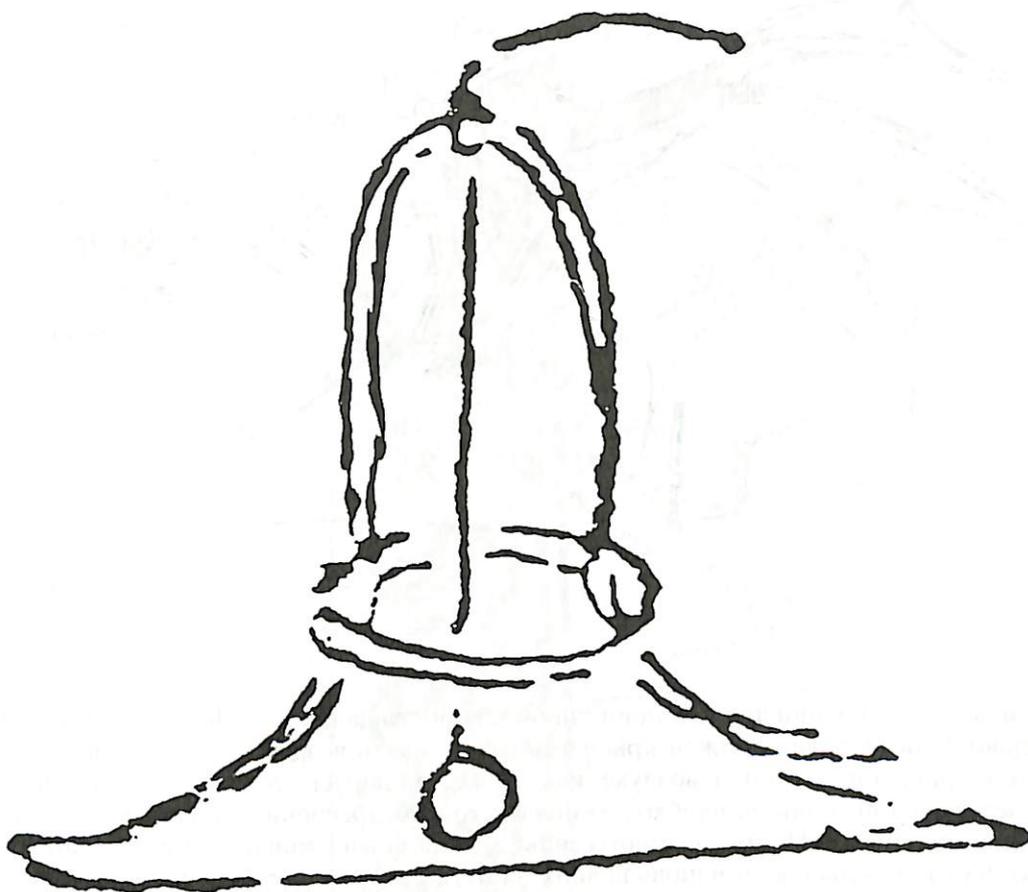


Рис. 4.

двух шарнирно соединенных частей (рис. 10). Взмахи должны были осуществляться внешними частями, составляющими около половины общей площади крыла. Данная идея, являющаяся первым шагом в зарождении концепции аппарата с неподвижным крылом – самолета, нашла практическое воплощение в последнем десятилетии XIX в. в экспериментах знаменитого немецкого пионера авиации О. Лилиенталя. Известно, что тот пробовал совершать полеты с планером, концы крыла приводились в движение от закрепленного на его теле двигателя (рис. 11).

Следующий шаг в эволюции взглядов Леонардо на конструкцию летательной машины связан с исследованием им механизма парящего и планирующего полета пернатых. Он пришел к выводу: «...Когда птица находится в ветре, она может держаться на нем без взмахов крыльями, ибо ту же роль, которую при неподвижном воздухе крыло выполняет в отношении воздуха, выполняет движущийся воздух в отношении крыльев при неподвижных крыльях»<sup>3</sup>. Основываясь на этом принци-

<sup>3</sup> Леонардо да Винчи. Избранные естественно-научные произведения... С. 497.

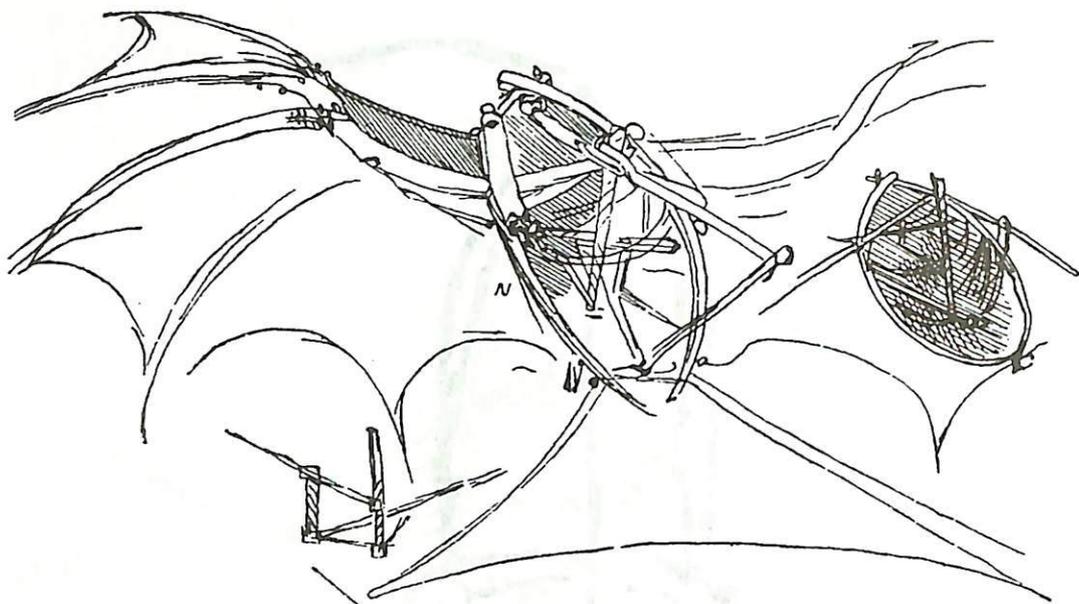


Рис. 5.

пе, известным в наши дни как принцип обратимости движения, Леонардо приходит к выводу: не человек должен крыльями отталкивать воздух, а ветер должен ударять в крылья и нести их в воздухе, как движет он парусный корабль. Тогда пилоту летательной машины необходимо будет только обеспечивать равновесие с помощью крыльев. «Не нужно много силы, чтобы поддерживать себя и балансировать на своих крыльях и направлять их на путь ветров и управлять своим курсом, для этого достаточно небольших движений крыльями», – пишет Леонардо да Винчи в 1505 г.<sup>4</sup>

Опираясь на разработанную им концепцию, ученый задумал создать новый тип летательного аппарата. Скорее всего он должен был принципиально отличаться от орнитоптеров прежних лет. По мнению итальянского исследователя творчества Леонардо да Винчи Р. Джакомелли, это мог быть моноплан с размахом крыльев приблизительно 18 м, предназначенный для полетов в восходящих потоках воздуха (по современной терминологии – планер-паритель). Крылья были подвижные, но по сравнению с предшествующими проектами подвижность их была весьма ограничена и служила бы только для балансировки<sup>5</sup>.

Пилотируемая «искусственная птица» должна была стартовать с вершины горы Монте Чечери (гора Лебеда) в окрестностях Флоренции и, подхваченная вертикальными потоками, подняться в воздух. «Большая птица начнет первый полет со спины своего исполинского лебеда, наполняя вселенную изумлением, наполняя молвой о себе все писания, – вечной славой гнезду, где она родилась», – написал Леонардо да Винчи в своем «Трактате о полете птиц» (1505 г.)<sup>6</sup>.

<sup>4</sup> *Giacomelly, R.* The aerodynamics of Leonardo da Vinci // *Aeronaughtical Journal*. 1930. Vol. 34. P. 1021.

<sup>5</sup> *Giacomelly, R.* Leonardo da Vinci e il volo meccanico // *L'Aerotecnica*. 1927. No. 8. P. 518-524.

<sup>6</sup> *Леонардо да Винчи.* Избранные естественно-научные произведения... С. 494.



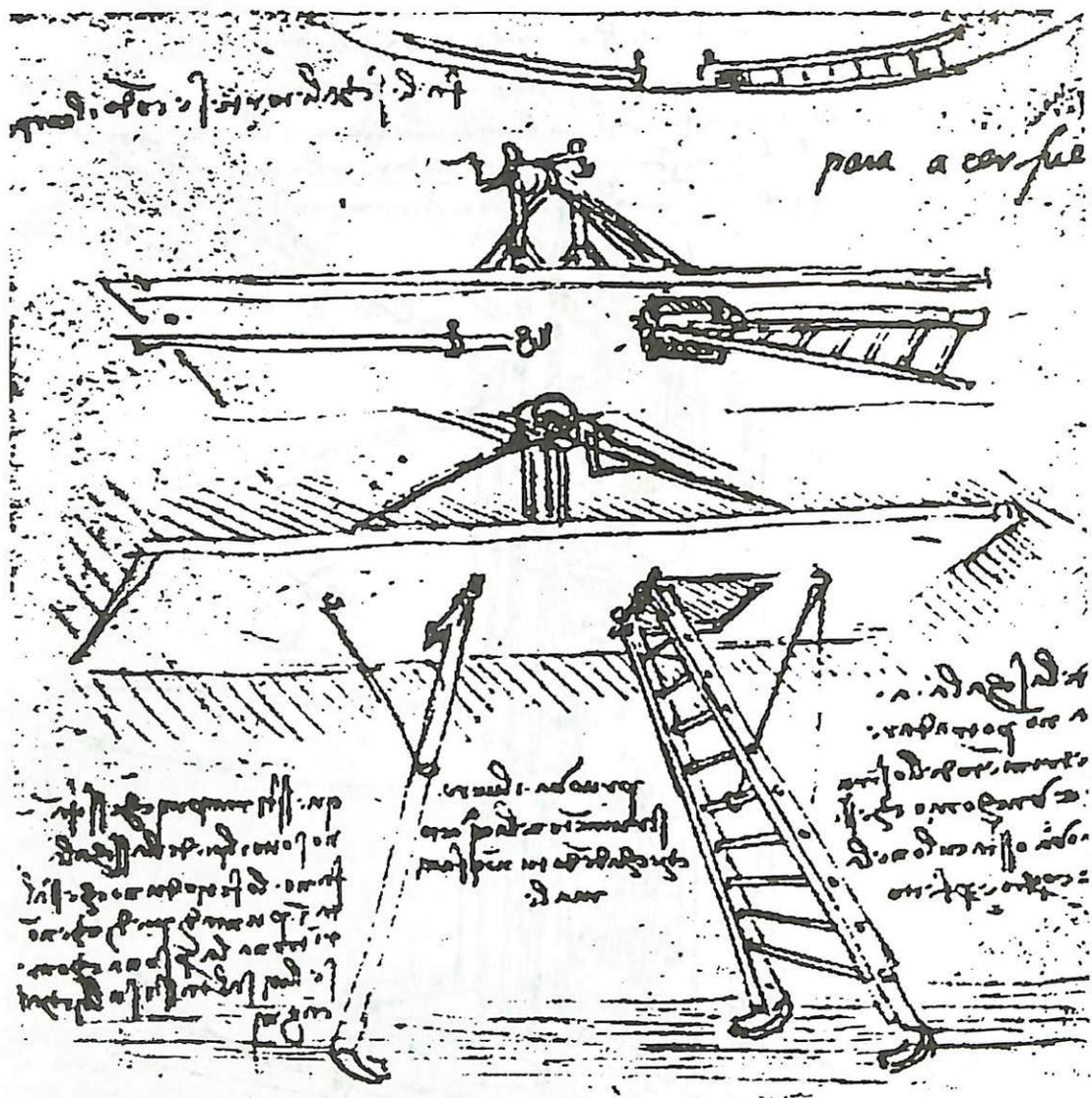


Рис. 7.

Но Италии не суждено было стать родиной планеризма. Загруженный многочисленными заказами, Леонардо так и не смог приступить к осуществлению своей идеи (или не захотел – для него всегда было интереснее генерировать проекты и постулаты, нежели воплощать их в жизнь).

Незадолго до смерти ученый еще раз вернулся к мыслям о движении по воздуху с помощью неподвижного крыла. В его рукописи, хранящейся в Институте Франции в Париже, есть малоизвестный рисунок, датированный 1510–1515 гг. (рис. 12). На нем изображен человек, который, держась руками за плоскость, спускается по воздуху, и имеется указание о способе управления: «Этот [человек] будет двигаться направо, если он согнет правую руку и распрямит левую; и будет затем двигаться

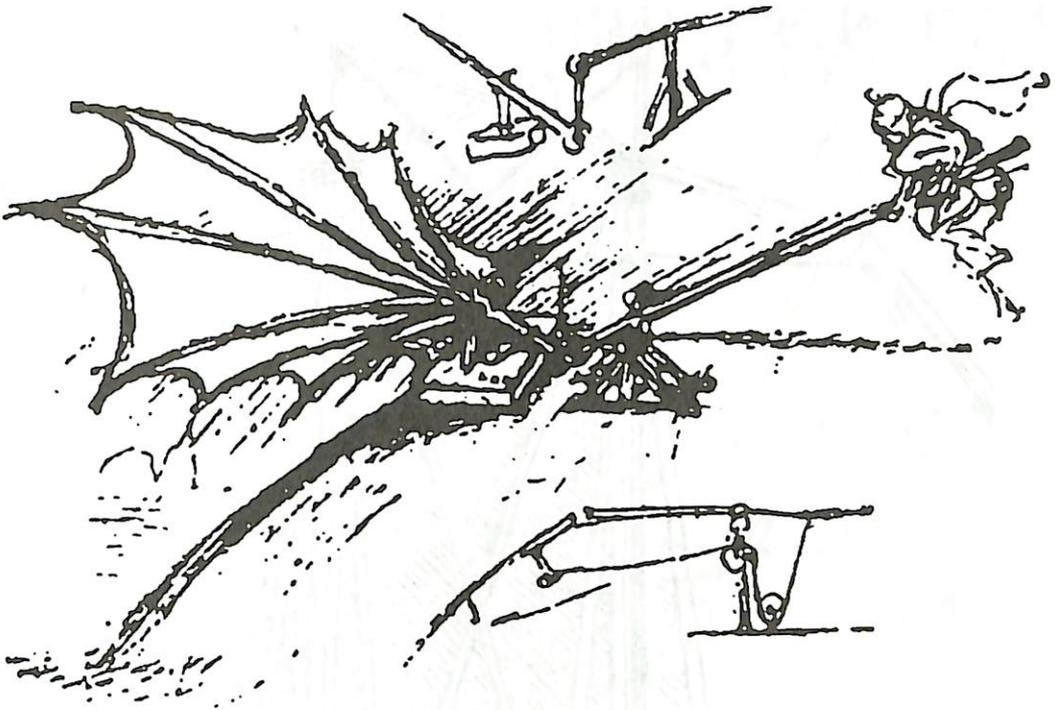


Рис. 8.

ся справа налево при перемене положения рук»<sup>7</sup>. По-видимому, данная идея простейшего балансирующего планера, или, точнее, управляемого парашюта, возникла у Леонардо в результате наблюдения за падением листа бумаги в воздухе.

Говоря о изысканиях Леонардо да Винчи в области полета, нельзя не упомянуть еще о двух пионерских проектах – проекте парашюта и проекте вертолета. Оба они сделаны в 1480-е гг., одновременно с первыми предложениями по созданию орнитоптеров.

Рисунок спускающегося на пирамидовидном парашюте человека (рис. 13) Леонардо сопроводил надписью: «Если у человека шатер из прокрахмаленного полотна, шириною в 12 локтей и вышиною в 12, он сможет бросаться с любой большой высоты без опасности для себя»<sup>8</sup>.

Знакомое многим изображение вертолета Леонардо да Винчи (рис. 14) представляет собой первый проект вертикально взлетающего летательного аппарата. В отличие от современных вертолетов с лопастным винтом, эта машина должна была подниматься в воздух с помощью хорошо известного в XV в. архимедова винта, диаметром около 8 м. Несмотря на то, что винт должен был раскручиваться вручную, Леонардо да Винчи верил в осуществимость своего проекта: «Я говорю, что когда этот прибор, сделанный винтом, сделан хорошо, т. е. из полотна, поры которого прокрахмалены, и быстро приводится во вращение [...] названный винт ввинчивается в воздух и поднимается вверх»<sup>9</sup>.

<sup>7</sup> Gibbs-Smith, C. Leonardo da Vinci's aeronautics. London, 1967. P. 21.

<sup>8</sup> Леонардо да Винчи. Избранные естественно-научные произведения... С. 615.

<sup>9</sup> Там же.

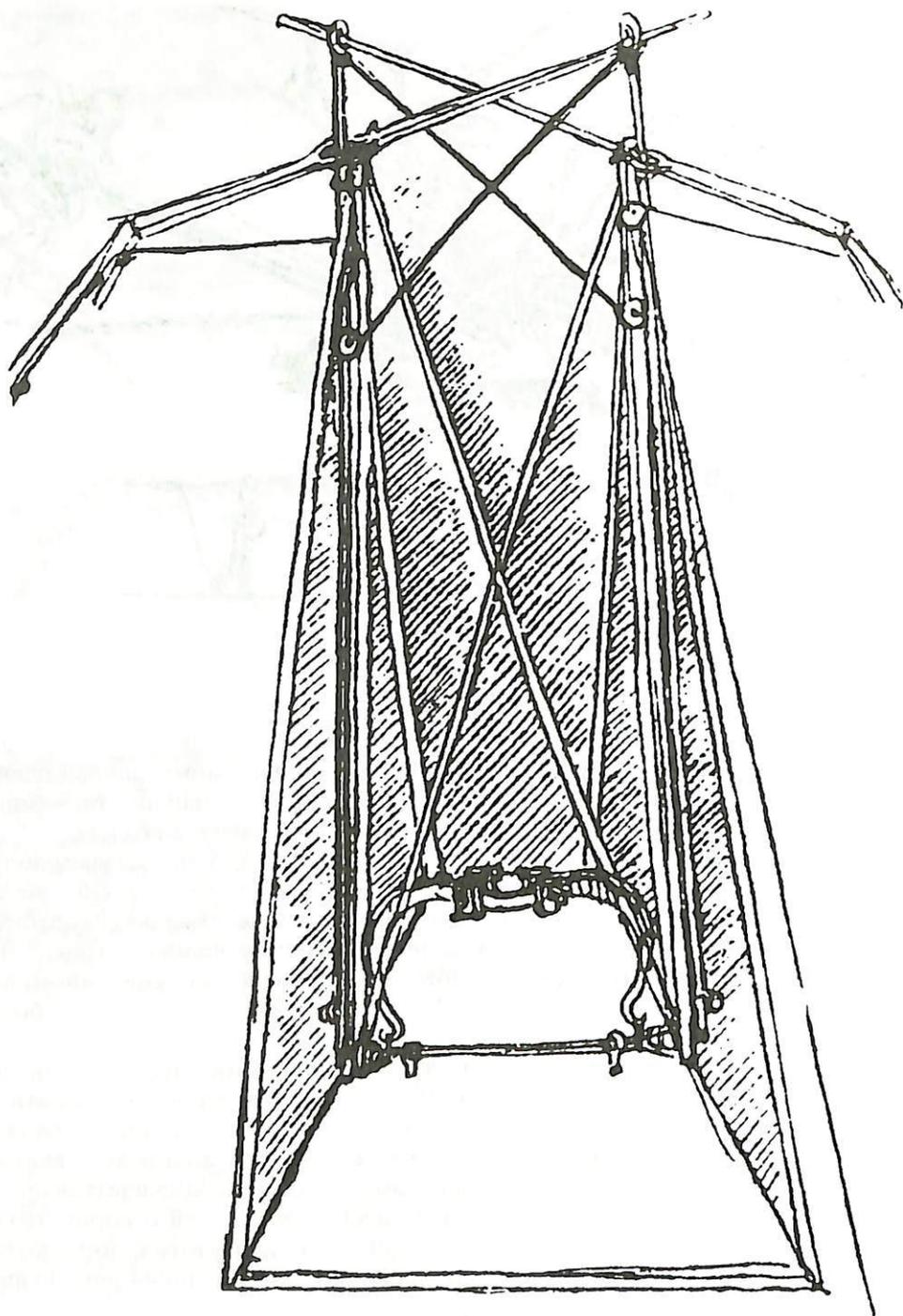


Рис. 9.

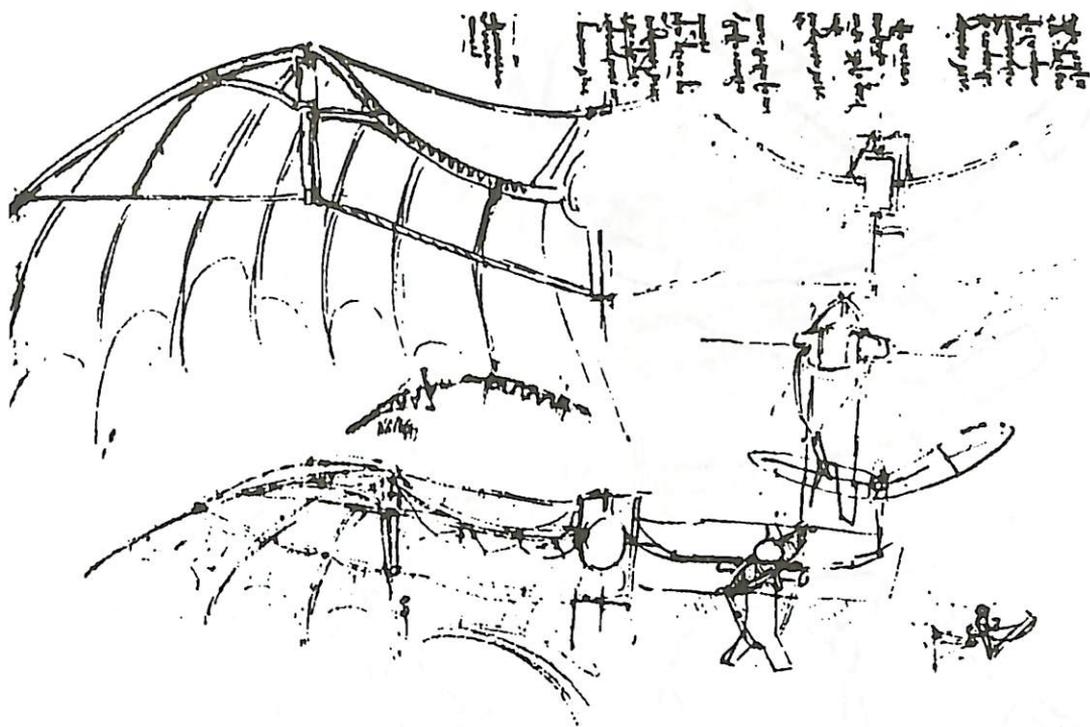


Рис. 10.



Рис. 11.

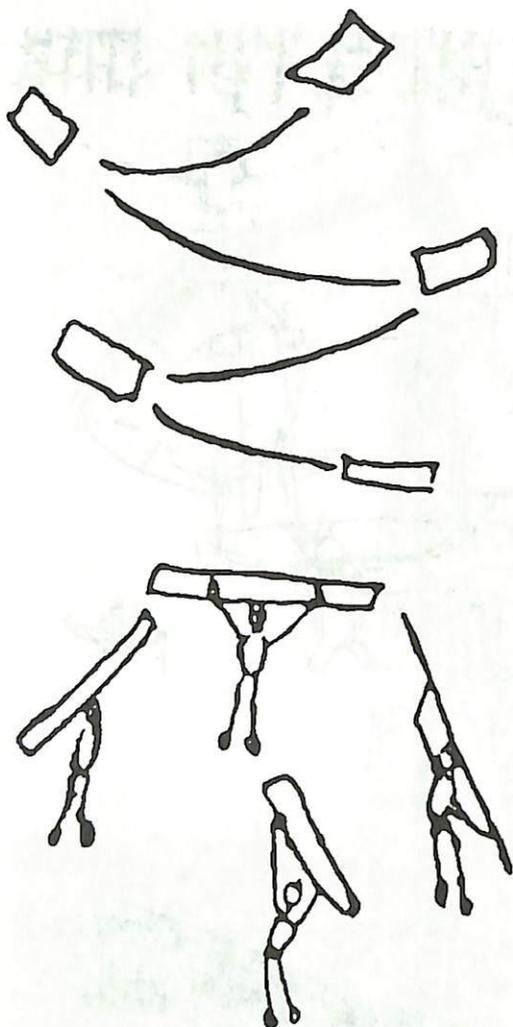


Рис. 12.

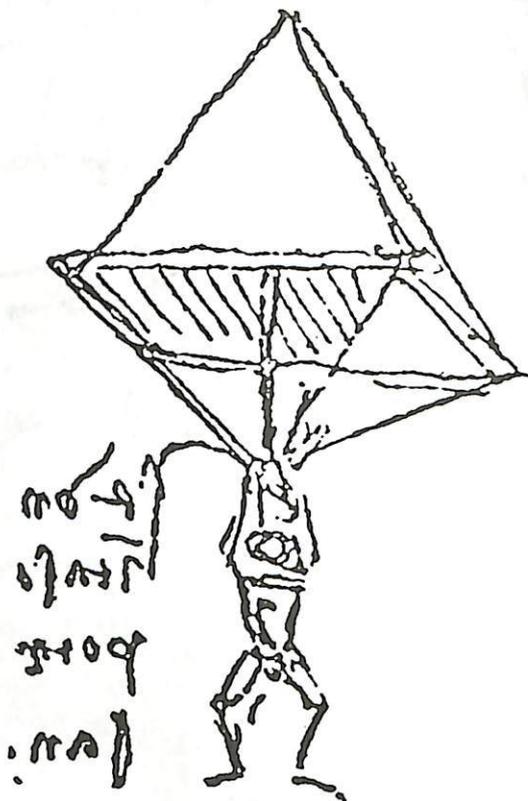


Рис. 13.

Как всякие первые предложения, эти проекты были еще несовершенны. Парашют не имел специального отверстия в вершине купола, обеспечивающего устойчивую траекторию снижения, а в проекте вертолета не учитывалось влияние реактивного момента от вращения винта, который раскручивал бы расположенную внизу конструкцию, далека от наилучшей была и форма винта. Но тем не менее оба они представляют собой выдающиеся технические предвидения.

Замечательные идеи Леонардо да Винчи долгое время оставались неизвестными, так как он не опубликовал результаты своих исследований. В конечном итоге то, к чему Леонардо пришел в течение нескольких десятилетий, затянулось на века. Только в XVIII столетии на смену безуспешным попыткам полета с помощью взмахов прикрепленными к рукам и ногам крыльями пришли первые проекты летательных аппаратов с образующим подъемную силу неподвижным крылом и небольшими подвижными крыльями для создания направленной вперед силы —

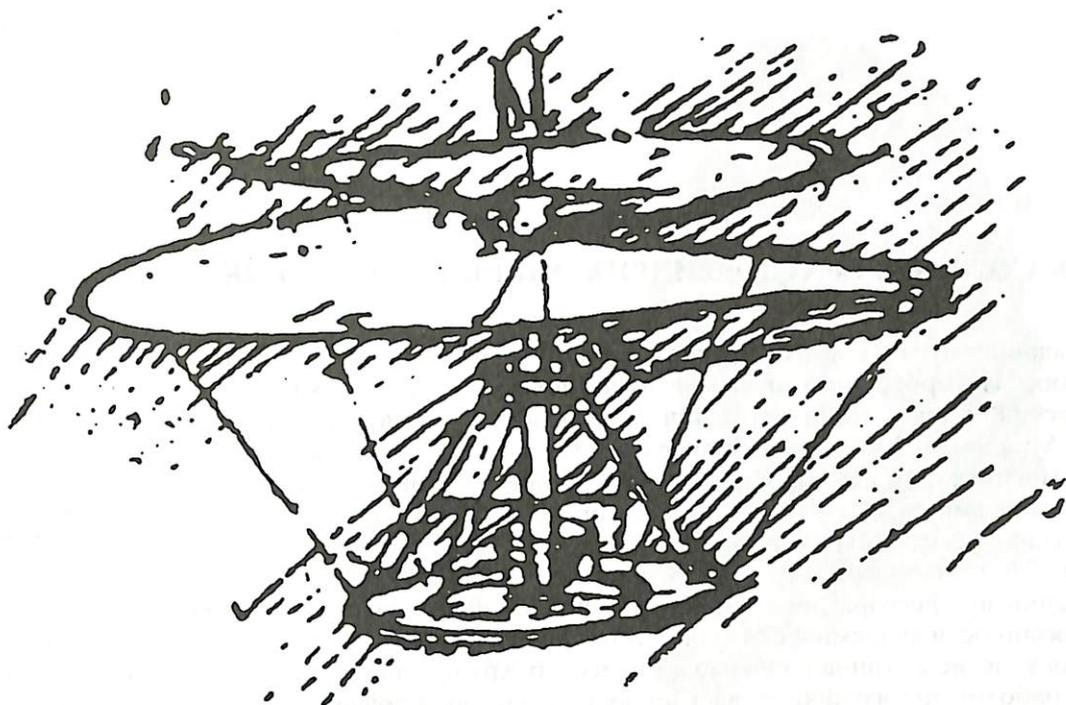


Рис. 14.

Сведенборга (Швеция, 1716 г.), Бауэра (Германия, 1763 г.), Кейли (Англия, 1799 г.). Полеты на балансирных планерах начались в конце XIX в., а первые вертолеты появились только в XX в.

Анализ развития взглядов на конструкцию крылатого летательного аппарата в трудах Леонардо да Винчи и в работах последующих пионеров авиации позволяет сделать следующий общий вывод: вопреки распространенной среди историков авиации точке зрения, идея самолета зародилась не сама по себе как альтернативная орнитоптеру концепция, а «выросла» из проектов аппаратов с машущим крылом через ряд промежуточных образцов полусамолетов-полуорнитоптеров, автором первых из которых был великий Леонардо.