

ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ – ВЕЛИКИЙ УЧЁНЫЙ И ИНЖЕНЕР

Лёля Пинхасик

Леонардо — гениальный представитель эпохи Возрождения – был не только гениальным живописцем, скульптором и архитектором, но и великим учёным, инженером и изобретателем.

Возрождение – эпоха в истории культуры Европы, пришедшая на смену Средним Векам, достигла расцвета в городах-республиках Италии в 14-15 вв. Новая культурная парадигма возникла вследствие кардинальных изменений общественных отношений в Европе. Рост торговли, развитие ремёсел привело к влиянию новых сословий – мастеров, торговцев, банкиров. В городах стали возникать светские центры науки и искусства, деятельность которых не находилась под влиянием церкви. Особое значение в становлении Возрождения имело падение Византийского государства и бежавшие в Европу византийцы, взявшие с собой свои библиотеки и произведения искусства, являющиеся носителями античной культуры. Так под влиянием выступления византийского лектора, Козимо Медичи основал Академию Платона во Флоренции, где собирались учёные и мыслители того времени. Выросло новое духовное влияние, базисом которого явилась античность.

Основные черты философии эпохи Возрождения:

- гуманизм – общественно-философское движение, рассматривающее человека его личность, его свободу, его активную созидательную деятельность как высшую ценность и критерий оценки общественных институтов,
- антропоцентризм – то есть интерес в первую очередь к человеку и его деятельности,
- антирелигиозность,
- интерес к античности – видя в ней пример гуманистических отношений.

Повышается статус отдельной личности, отвергаются тиски церковных догм. Человек уже не тварь божья, а свободный мастер, так как сам способен творить.

Эпоха Возрождения дала человечеству целый ряд выдающихся мыслителей, учёных, художников, но Леонардо стоит особняком. Он опередил своё время. Его теоретические научные взгляды и технологии вписаны в паутину современных представлений. Грубый анализ написанных им страниц, схем, чертежей, рисунков составляет до 7000 листов – примерно 20 томов книг (рис. 1). Это недостижимый образец синтеза науки и искусства.

Рисунок и мышление он рассматривал как два способа познания действительности. Живопись – это универсальный язык, который отображает в пропорциях и перспективе многообразие природы.

Научные взгляды, мировоззрение



Рис. 1.

В истории науки его роль состоит в системном разрушении старой картины мира, религиозного типа мышления. Основным предметом изучения для него стала природа – в это понятие он вкладывал мир во всём его многообразии. Основным методом познания считал опыт и наблюдение. В одной из записных книжек Леонардо можно прочитать: “в наставницу себе я взял природу, учительницу всех учителей”.

В центре его воззрений лежит несколько основных принципов:

- Организация макрокосмоса, Вселенной как целого, отражается в каждой его части, в микрокосмосе, таком, как тело человека. Поэтому главный объект его наблюдений – человеческое тело. Понимание, как устроен каждый орган и как он функционирует – это база для инженера, для создания нового, чего в природе нет.
- Принцип необходимости – все формы, созданные природой, предназначены для определенных функций без недостатка или избыточности. Необходимость – хозяйка природы. Она диктует наипростейший дизайн.
- Принцип аналогий – это фундаментальный принцип организации всего. Так, сосудистая система, система бронхов в легких, течение сока в растениях, воды в реках – все подчиняется одним законам.

Леонардо обобщает: всё существует в соответствии с определённой причиной, под командованием необходимости, и приводит к разнообразию форм для выполнения неисчислимого количества функций в каждой щели естественного мира.

Леонардо да Винчи и наука

Астрономия

Во времена Леонардо еще беспредельно господствовала птолемеевская система мира.

Леонардо неоднократно указывал на несостоятельность этой системы. Если не раньше Коперника, то одновременно с ним и независимо от него Леонардо понял основные законы устройства окружающего мира. Он знал, что пространство – беспредельно, что миры бесчисленны, что Земля – такое же небесное тело, как и другие, и движется подобно им. Леонардо писал: “Земля не находится ни в центре круга Солнца, ни в центре вселенной. Солнце не движется”. Это положение записано у него, как особенно важное, крупными буквами. Предвосхищая результаты наблюдения Галилея о родственности структуры поверхности Земли и Луны, он писал: “Земля – звезда почти подобная Луне”. Леонардо первым дал правильное объяснение причин пепельного цвета затемненной стороны Луны: более тёмные части освещены, хотя и слабо, солнечным светом, отражённым от поверхности Земли.

Математика

В центре научных исследований Леонардо – математика. Он начал свои записи с утверждения: “пусть никто, не являющийся математиком, не читает мои работы”. И далее постулировал: “Никакое человеческое исследование не может претендовать на название истинной науки, если оно не пользуется математическими доказательствами”. Он первый в Италии, а может быть и в Европе, ввел в употребление знаки +(плюс) и -(минус). Он искал квадратуру круга и убедился в несоизмеримости окружности круга и его диаметра. Леонардо изобрел особый инструмент для черчения овалов и впервые определил центр тяжести пирамиды.

Предпочитал геометрию другим формам математики. Считал, что числа подчинены геометрии, так как числа имеют дело с прерывными категориями, а геометрия с непрерывными поверхностями, формами, пространством. Изучение геометрии позволило ему впервые создать научную теорию перспективы. Именно математика в пропорциях и перспективе отображает все многообразие природы. Леонардо был одним из первых художников, писавших пейзажи, сколько-нибудь соответствующие действительности.

Физика

Леонардо да Винчи был ярким представителем нового, основанного на эксперименте, естествознания. Он обогатил проницательными догадками многие области физики. Леонардо вплотную подошел к понятию инерции, написав: “движение стремится к сохранению. Ничто не может двигаться само собой, движение вызвано действием чего-то другого. Этим другим является сила”. Понятие силы он определяет как невидимый агент, который обеспечивает движение, способность менять форму и положение тел. Таким

образом, он предвосхитил Первый закон Ньютона. Леонардо оперирует такими понятиями как сила тяжести, импульс. Понимал, что гравитация присуща всем объектам Вселенной. Исследовал свободное падение тел и движение тела, брошенного горизонтально. Особое внимание Леонардо уделял механике, называя ее раем математических наук и видя в ней ключ к тайнам мироздания. Создал теорию рычага и первым изложил теорию сил, действующих на рычаг в косвенном направлении. Изучал движение тел по наклонной плоскости.

Анализировал механизм трения, пытался определить коэффициенты трения скольжения, изучал сопротивление материалов. На столетие опередив время, указал невозможность вечного двигателя.

Гидравлика

Предметом большого внимания Леонардо была вода и её движение. Интересен его план манускрипта о воде:

- вода в реках, морях, в глубине земли,
- движение воды, образование волн на ее поверхности, движение тел в воде,
- каналы, машины, приводимые в движение водой и др.

Он использовал стеклянные модели каналов, в которых создавал окрашенные потоки.

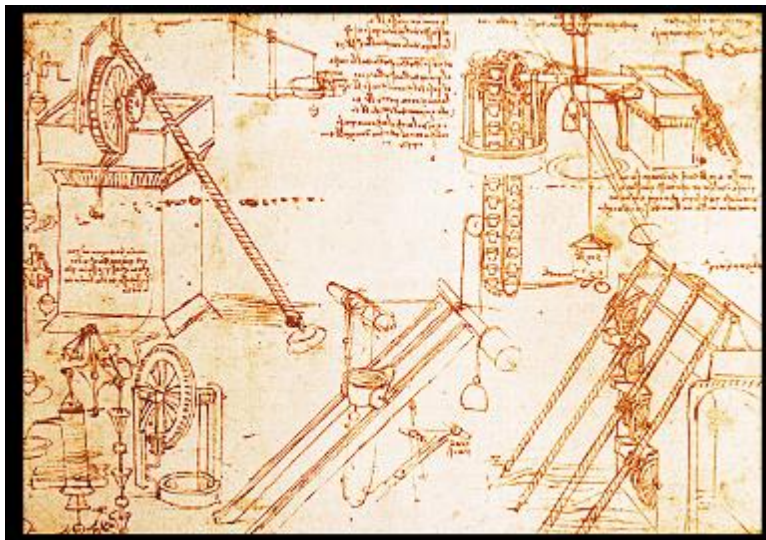


Рис. 2.

Изучал турбулентное движение воды, её циркуляцию, вращение, повороты. В своих зарисовках он показывает красоту спиральной хореографии движущейся воды (рис. 2). В соответствии со своим принципом аналогий, он искал общее в феномене взаимодействия линейного и кругового движений, проявляющемся в драпировке тканей, спиральях листьев вокруг дерева, вьющихся волосах. В области теоретической гидростатики, Леонардо знал принцип сообщающихся сосудов

для жидкостей различной плотности, а также знал основной принцип гидростатики, ныне известный как закон Паскаля. Леонардо стал автором теории движения волн на море и высказал идею, что волновое движение лежит в основе ряда физических явлений. Леонардо высказывал идеи, что свет, звук, цвет, запах, магнетизм распространяются волнами.

Леонардо да Винчи занимался практической гидравликой, участвуя в ряде гидротехнических работ своего времени. Он принимал участие в устройстве гидросооружений в Наваре, проектировал отвод русла реки Арно у Пизанского моста, изучал проблему осушения Понтийских болот, занимался гидроустройствами на Адде и Мартезанском канале. При проведении гидротехнических работ да Винчи сделал ряд изобретений. Он спроектировал похожие на современные землечерпалки, создал механические средства для прорытия каналов, усовершенствовал шлюзы с целью сделать каналы судоходными, а именно ввел систему щитов, управляющих размерами отверстий для наполнения и освобождения от воды шлюза. Ниже приводится несколько чертежей конкретных изобретений Леонардо, использующих законы гидродинамики и энергию воды.

Архимедовы винты и водяные колеса. На рисунке "Улучшенный Архимедов винт" (рис. 3) изображена плотно обёрнутая трубка, по которой вода попадает из ванны наверх (<https://thepresentation.ru/fizika/leonardo-da-vinchi-i-ego-tehnicheskie-izobreteniya>). За счёт

вращения рукоятки вода из трубки подается непрерывным потоком.



Рис. 3.

Вентилятор. Одно из применений гидродинамики, предложенных Леонардо – это создание устройства, способного сжимать воздух и прогонять его по трубам. У такого

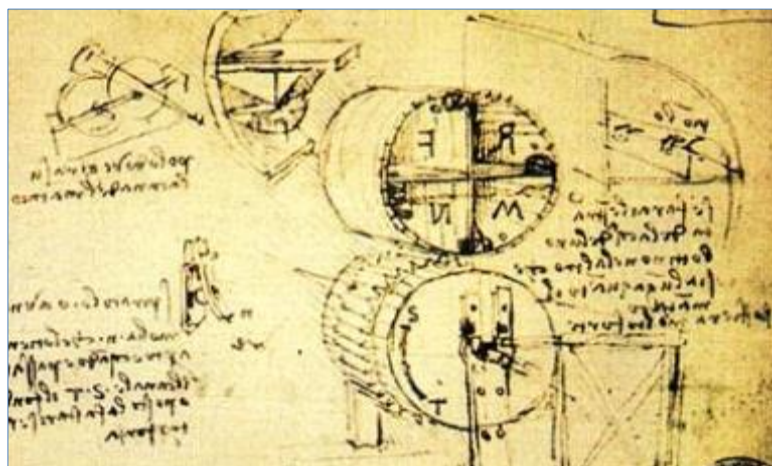


Рис. 4.

устройства широкий спектр применения: от вентиляции комнат до разжигания печей. Цилиндрический барабан, покрытый снаружи лопастями, приводящими его в движение (водой или вручную), внутри разделен на четыре взаимосвязанных секции с открытыми створками между ними (для выпуска наружу сжатого воздуха). Определённое количество воды циркулирует внутри него,

перетекая из одной секции в другую по мере вращения барабана, сжимая воздух и проталкивая его наружу по трубе, расположенной в середине (рис. 4).

Водяное колесо. Изучая гидродинамику, Леонардо пытался найти наиболее эффективный способ применения силы и энергии воды при помощи больших колес (рис. 5).



Рис. 5.

Ещё один метод закачки воды Леонардо заключался в применении водяного колеса с чашами, которые зачерпывали воду из нижней ёмкости и выливали её в верхнюю (рис. 6).

Анатомия

Леонардо да Винчи рассматривает человека, его организм как образец природной механики. Понимание как

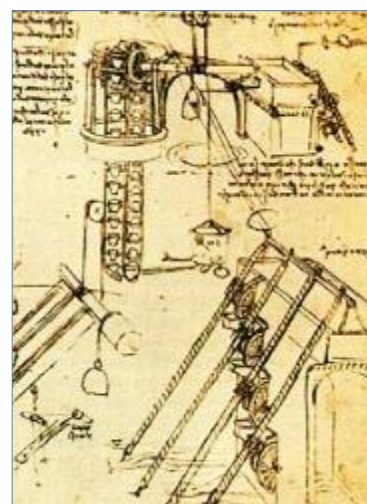


Рис. 6.

устроен каждый орган и как он функционирует – это база для инженера, для изобретений, которых в природе нет. Поэтому анатомия находится в центре его интересов. Он расчленил множество трупов и первым перешёл от словесного описания к рисункам. Различал 11 элементов: хрящи, кости, нервы, вены, артерии, кожа, мускулы, опорно-двигательный аппарат, скелет и мышцы. Да Винчи первым правильно и удивительно точно зафиксировал пропорции всех частей скелета (до этого рисовали схематично), предположил, что крестец состоит из 5 позвонков (ранее считалось, что из трёх), правильно определил угол наклона крестца (ранее крестец считался прямым, отсюда и название прямой кишки).



Рис. 7.

Леонардо можно также считать основателем динамической анатомии. Он пытался изучать строение мышц и суставов в нагрузке и тесной взаимосвязи. Предложил классификацию мышц по величине, силе, форме и характеру сухожилий, и способу прикрепления к костям скелета (рис. 7).

Глаз, череп и мозг, сердце (рис. 8 и 9). Отдельное внимание он уделил зрительному анализатору – глазу. Он считал глаз «повелителем и князем прочих четырёх чувств», описал глаза и зрительные нервы с точки зрения оптики и анатомии. Детально описывал хрусталик.

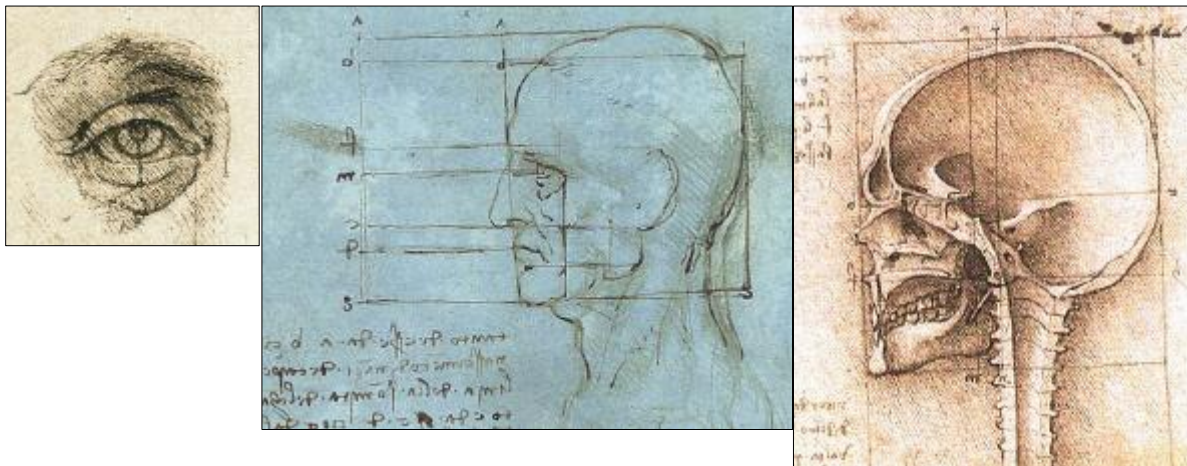


Рис. 8.

Изучал Леонардо также строение черепа и мозга. Он производил сечение черепа в трёх плоскостях, чтобы получить объемное изображение костей. Его ранние эскизы посвящены мозгу. Рецепторы восприятия расположены в разных секциях мозга и выполняют разные



Рис. 9.

элементы находятся в балансе. Изучал разветвление бронхов, поступление крови в каждую часть тела.



Рис. 10.

Леонардо да Винчи видел человеческое тело как мир в миниатюре. Тело человека – это микрокосм, зеркально отражающий большой окружающий мир. Это не значит, что миры одинаковы, а то, что принцип организации, законы одни, независимо от шкалы феномена. Так, понимание тела человека как целого – это ключ к пониманию устройства Земли.

Леонардо рассматривал Землю как живой организм: плоть – земля, кости – горы, кровь – вода, вены – реки. Сердце Земли – огонь. В этом опять проявляется его принцип аналогий. Как итог его

функции. Считал, что человек управляется иерархической системой. Входящий механизм – органы чувств, связанные с окружающим миром – передают информацию с помощью нервов в мозг – управляющий орган. Далее рассматривает механизм, с помощью которого информация, поступившая в мозг, преобразуется в образы, фантазии, мысли и поступает в другие органы (руки, ноги, лицо), способные воплотить мысленные образы в рисунки, модели, предметы. Мозг, по его словам, напоминает зеркало, которое собирает свет от объекта и создает образ.

Сердце – второй центральный орган человека. Установил наличие 4-х отделений, клапанов, открыл, что закрытие и открытие клапанов происходит под воздействием вихревых потоков крови.

Леонардо связывал характер человека, его темперамент (сангвиник, флегматик, меланхолик холерик) с 4-мя жидкими элементами: кровь, флегма, белая и чёрная желчь. У здорового человека эти

Да Винчи нередко называют “отцом эмбриологии”. Он интересовался внутриутробным развитием, первым описал биологическую природу зачатия и рождения человека, впервые изобразил тазовое предлежание плода (рис. 10). Обобщив результаты вскрытий, сделал множество детализированных рисунков всевозможных органов человеческого тела, Леонардо заложил основы современной научной иллюстрации.

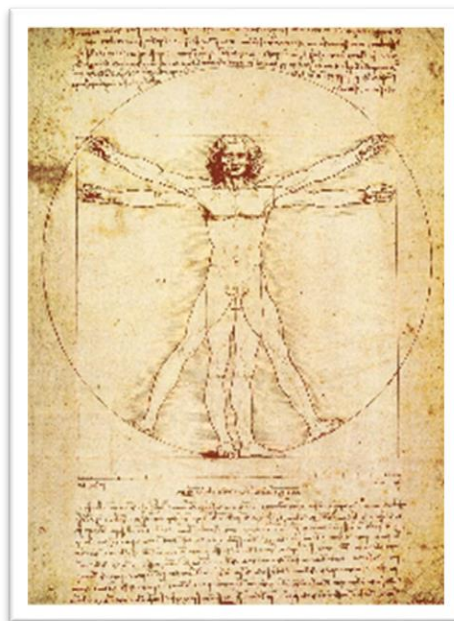


Рис. 11.

анатомических исследований появился Витрувианский человек – идеал классических пропорций человеческого тела (рис. 11).

Ботаника

Леонардо много страниц посвятил изучению растительного мира. Описывал листорасположение растений, изучал корневое давление и движение соков растений. Выделил ботанику в отдельную дисциплину.

Палеонтология

Леонардо причисляется к основоположникам этой науки. Он утверждал, что окаменелости, находимые на вершинах гор, опровергают библейские представления о всемирном потопе.

Изобретения

Выявив связь между формой и функцией в творениях природы, Леонардо делает вывод как должен работать инженер и изобретатель – следовать принципу необходимости, т.е. без излишеств создавать формы, не существующие в природе. Леонардо утверждает: существующие части природы конечны, а работы, созданные руками человека, бесконечны. Следуя законам природы, человек становится второй природой.

Он работал как консультант и дизайнер утилитарных вещей: щипцы, домкрат, замки, червячный механизм с роликами для уменьшения трения. На его страницах находят удивительные чертежи, схемы осей, петель, передач.

Полёт



Рис. 12.

Леонардо да Винчи интересовался полетом на протяжении более двух десятилетий, с 1490 по 1513 год. Источником вдохновения для учёного стали птицы. Первая модель летательного аппарата была спроектирована в 1490 году. У этой модели были крылья, подобные крыльям летучей мыши, и она должна была приводиться в движение мускульной силой человека. Позже Леонардо выдвинул идею парящего аппарата, используя энергию ветра. Так появился прототип дельтаплана (рис. 12).

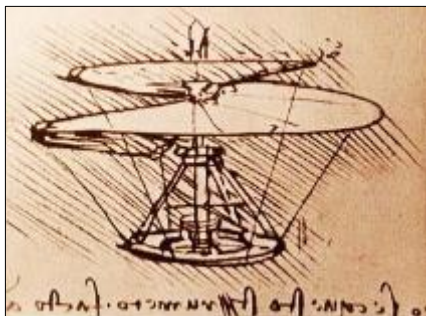


Рис. 13.

Также Леонардо спроектировал аппарат, движущим элементом которого является быстро движущаяся спираль (винтовой аппарат, который при вращении с большой скоростью, ввинчивается в воздух и поднимается вверх) (рис. 13). Многие считают эту машину прообразом вертолёт.



Рис. 14.

Идея парашюта – одна из самых простых разработок Леонардо. Парашют имел пирамидальную форму, обтянутую тканью (рис. 14). В 2008-м году швейцарец О. Тепп успешно выполнил приземление, используя шатер пирамидальной формы.

Машины

Леонардо ещё в 15 веке сделал наброски самодвижущейся повозки, ставшей прообразом современных авто. Тележка была трехколёсной, по типу детского велосипеда.

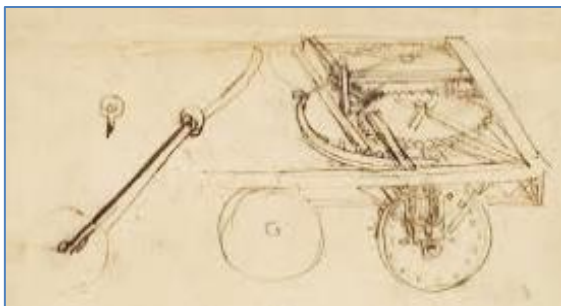


Рис. 15.

Задние колеса вращались независимо друг от друга. Тележка приводилась в движение специальными пружинами, которые располагались в нижней части конструкции (рис. 15).

“Танк” (итал. *carro armato*) – колесница с

пушкой, прикрытая листами брони. Колесница приводилась в движение людьми. По форме “танк” напоминал черепаху (рис. 16), а количество орудий в нём могло достигать 36-ти.

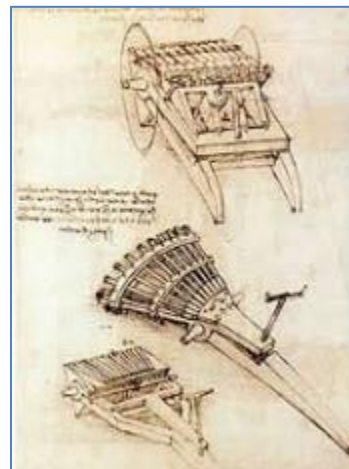


Рис. 17.

“Пулемёт” (пушка: итал. *cannone*) в виде многоствольного орудия из трёх рядов мушкетов (рис. 17). Изобретённые Леонардо пушечные

ядра килевидной формы по форме напоминали артиллерийские снаряды 20 века. Эта разработка на много веков опередила своё время.

“Велосипед” (итал. *bicicletta*) с двумя деревянными колесами и педалями (рис. 18).



Рис. 18.

Колесцовый замок — механизм огнестрельного оружия, в котором необходимая для воспламенения порохового заряда искра высекается с помощью вращающегося колёсика с насечкой. Леонардо да Винчи привёл схему устройства колесцового замка для пистолета



Рис. 19.

(заводившегося ключом) – это единственное его изобретение, получившее массовое производство при жизни (рис. 18).

Под водой



Рис. 20.

Спасательный круг (итал. *salvagente*) (рис. 20). “Водолазный костюм” (или скафандр: итал. *scafandro*) из натуральной кожи с тростниковыми трубками для дыхания (рис. 21).



Рис. 21.

Леонардо да Винчи и современность

Интерес к научным и теоретическим исследованиям Леонардо не угас и в наши дни. Был произведён рентгенофлуоресцентный анализ его работ. Под лучи рентгеновского аппарата попали 7 картин. Анализ позволил

определить толщину отдельных слоёв краски и лака. Да Винчи был в состоянии наносить слой толщиной 1-2 микрона (лессировка). Суммарная толщина всех слоёв краски и лака не превышает 30-40 микрон. Преломление лучей в таких слоях создает эффект объёма и глубины. Современные покрытия, создающие стереоскопический эффект, устроены по тому же принципу. Вопрос, как это удавалось Леонардо, остается открытым, что не мешает считать его пионером в области нанотехнологий.

Учёные создали модель арочного моста Леонардо (рис. 22).

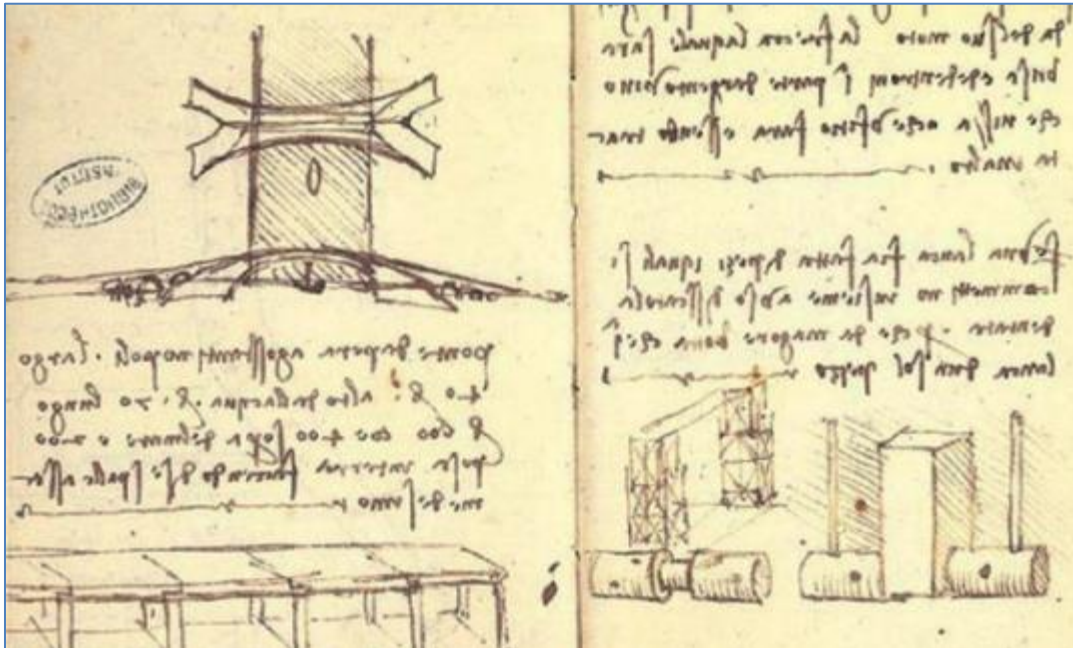


Рис. 22.

Мост да Винчи разработал для султана Османской империи Баязида II, который в 1502 году должен был соединить Стамбул с соседним районом, известным как Галата. Тогда да Винчи так и не получил подряд, но учёные решили проверить насколько мост вышел бы прочным.



Рис. 23.

Леонардо сбылась. Этот первый конкретный крылатый робот повторяет принцип полёта вертолёта. Летящий робот-муха, по мнению учёных, сможет помочь найти ответ на новый вызов современности – проблему энергосбережения.

Историю механического этапа развития вычислительной техники можно вести с 1492 года, когда Леонардо разработал чертёж

Мост должен был состоять из отдельных блоков, обработанных под определёнными углами. Вместе они складывались в арочную конструкцию, которая должна была держаться только силой гравитации, без раствора и скреп. В результате составной мост был бы прочным и подвижным на случай сейсмической активности (рис. 23).

Учёные создали муху по чертежам Леонардо. Да Винчи (рис. 24, 25). Сообщается, что робот весит всего 60 мг и имеет размах крыльев диаметром 3 см. "Мечта

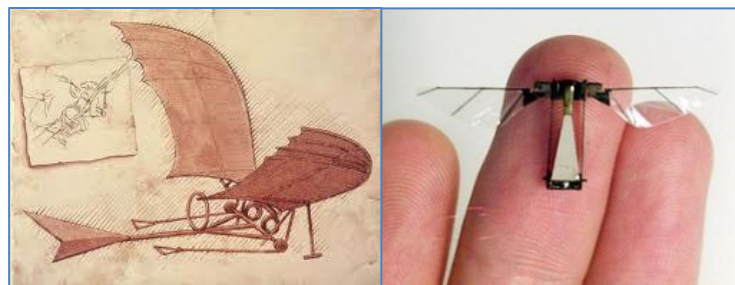


Рис. 24, 25.

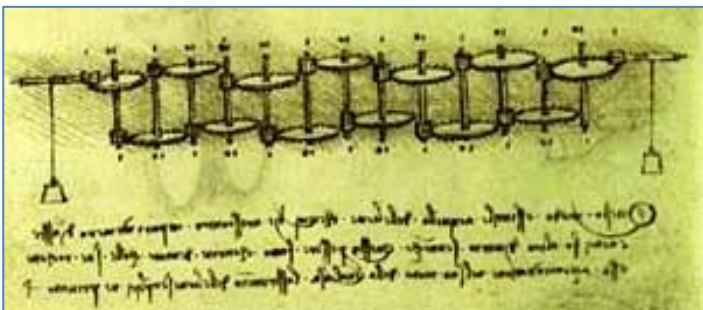


Рис. 26.

счётной машины и описал его в своих дневниках. Эти чертежи были найдены лишь в 1967 году в национальной библиотеке Испании (рис. 26). Был обнаружен эскиз 13-разрядного суммирующего устройства с десятизубными кольцами. Это устройство что-то вроде счётной машинки, в основе которой находятся стержни, с одной стороны меньшее с другой большее, все

стержни (всего 13) должны были располагаться таким образом, чтобы меньшее на одном стержне касалось большего на другом. Десять оборотов первого колеса должны были приводить к одному полному обороту второго, 10 второго к одному полному третьему и т.д. Специалисты американской компании ИВМ воспроизвели машину в металле и убедились в полной состоятельности идеи учёного.

Леонардо Да Винчи – универсальный гений Эпохи Возрождения. В истории науки важны люди, совершающие революционные открытия. Леонардо да Винчи во всех своих начинаниях был исследователем и первооткрывателем. Его необычайная и разносторонняя одаренность вызывала изумление и восхищение современников.

Легендарная слава Леонардо прожила столетия и не померкла до наших дней.

Искусство Леонардо да Винчи, его научные и экспериментальные исследования, уникальность его личности прошли через всю историю мировой культуры и науки, оказали на неё огромное влияние.

Источники

1. Martin Kemp. Leonardo. Oxford University Press, New York, 2004.
2. H. Anna Suh. Leonardo's Notebooks. Black Dog and Leventhal Publishers, New York, 2005.
3. Walter Isaacson. Leonardo da Vinci. Simon & Schuster, New York, 2017.