

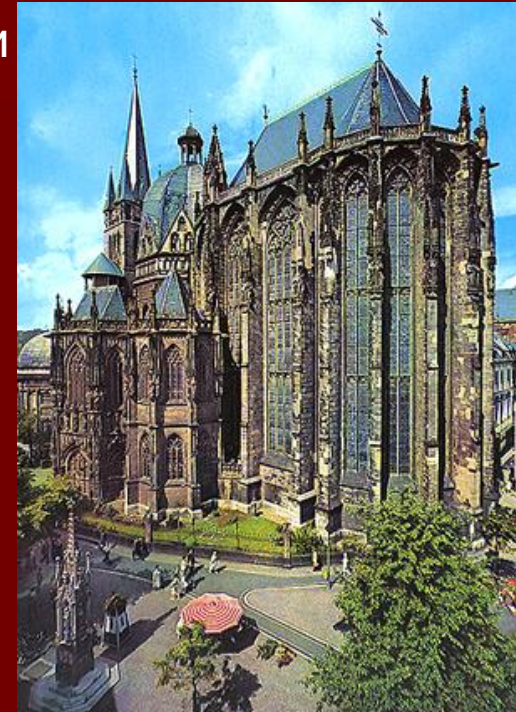
## ■ Проникновение знаний в Европу

■ Постепенно науки возвращались и в Европу. Искорки древних знаний издавна сохранялись в монастырях, где монахи переписывали старые книги и учили молодых послушников латинской грамоте, чтобы они могли читать святую Библию. В те времена латынь была единственным письменным языком и, чтобы научиться грамоте, нужно было научиться латыни. Сначала надо было выучить наизусть полсотни псалмов, а потом освоить азбуку. Кроме того, в монастырской школе учили церковному пению и немного - счёту, в этом и заключалось тогдашнее образование. Грамотные люди были монахами, их называли клириками, они носили тонзуру и пользовались большим уважением. С давних времён учёные монахи пытались собрать в одну книгу всё, что осталось от древних знаний и составляли обширные манускрипты, повествующие о житиях святых, магических свойствах чисел и немного - о медицине или географии. В VII в. Исидор Севильский написал двадцать томов "Этимологии", а столетием позже Беда Достопочтенный составил обширную "Церковную историю Англии".



*Монах – переписчик книг*

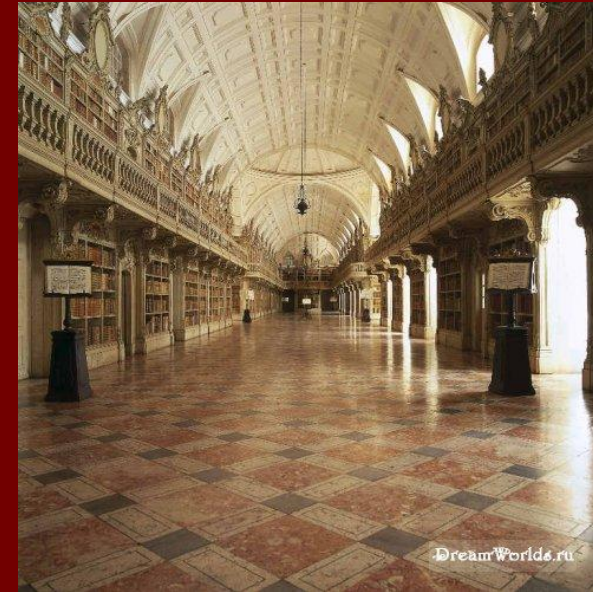
■ Император Карл Великий в подражание древним создал свою Академию – но это был всего лишь маленький кружок ученых монахов, здесь сочиняли латинские стихи и вели летописи. Из этих летописей видно, что тогдашние грамотеи представляли землю плоской, в виде огромного диска, окружённого океаном. Край земли терялся во мраке и был населён чудными племенами - одноногими людьми и людьми-волками. Легенда говорит, что в X в. молодой монах Герберт отправился в поисках знаний в Испанию. Он учился “запретным наукам” у одного арабского мудреца, и узнал, что земля имеет форму шара, что числа можно записывать с помощью особых значков-цифр, и ещё многое другое. Впоследствии монах Герберт за свою учёность был избран папой под именем Сильвестра II - но слушатели Герберта мало что поняли из его рассказов, и франки по-прежнему считали землю плоской. Мусульманская Испания была для европейцев ближе, чем Константинополь, поэтому они ездили в Испанию, где учились у арабов тому, что те позаимствовали у греков. После того как христиане отвоевали у мусульман столицу Испании, Толедо, им достались богатые библиотеки с сотнями написанных арабской вязью книг. Епископ Раймунду призвал учёных монахов со всей Европы, и они вместе с арабскими и еврейскими мудрецами перевели эти книги - среди них был медицинский трактат Ибн Сины (Авиценны), философские манускрипты Ибн Рушда (Аверроэсса), алхимические штудии Ибн Хайана (Гебера), а также арабские переводы Платона, Аристотеля, Евклида, Птолемея



*Дворец Карла Великого в Аахене, где располагалась Академия. Современный вид.*

■ В Испании европейцы познакомились с бумагой, компасом, механическими часами, перегонным кубом для получения алкоголя. У арабов было позаимствовано производство бумаги (с применением привода от водяного колеса) и высокие сыродутные горны (которые в Европе назывались штукафенами).

■ Труды переводчиков продолжались в течение всего XII в., и всё это время ученые Европы тянулись в Испанию за новыми книгами. Учёных подталкивало нетерпение их учеников - ведь в XII в. в Европе открылась тяга к знаниям, выросли торговые города, и купцы не могли обойтись без образования. В городах появились "общие школы", доступные не только для монахов; в этих школах преподавали "семь свободных искусств", распадавшихся на "тривиум" и "квадриум". "Тривиум" - это были "грамматика", "риторика" и "диалектика", а "квадриум" состоял из "арифметики", "астрономии", "музыки" и "геометрии", причём "астрономия" в действительности была астрологией, а "геометрия" - географией. В арифметике большую часть курса занимало истолкование тайного смысла цифр, а вершиной премудрости считалось деление многозначных чисел. Под риторикой разумелось искусство составлять письма, грамоты и юридические документы - это была очень важная для горожан наука, которая со временем легла в основу всего высшего образования.



*Португалия, Мафра.  
Монастырская  
библиотека*



# Университеты

В конце XI в. болонский ритор Ирнерий восстановил римский кодекс законов и основал первую юридическую школу. Со временем эта школа разрослась, в Болонью стали приезжать тысячи учащихся со всей Европы, и в конце XII в. школа Ирнерия превратилась в "университет" - учёную "корпорацию", цех с мастерами-магистрами, подмастерьями-бакалаврами и учениками-студентами. Как у всех цехов, у университета было своё знамя, свой устав, своя казна и свой старшина-ректор. Звание магистра (или доктора) присваивалось после экзамена-диспута, когда нового "мастера" облакали в мантию и вручали ему кольцо и книгу - символ науки. Римские папы поддерживали уважение к учёному цеху и наделяли докторов бенефициями - доходами от церковного имущества; они строили и общежития для бедных студентов, "коллегии". Позднее доктора стали читать в этих коллегиях лекции, и, таким образом, появились новые учебные заведения - колледжи. В университете было четыре факультета, один из них, "артистический", считался подготовительным: это была прежняя "общая школа", где изучали "семь свободных искусств". Лишь немногие студенты выдерживали все испытания и продолжали учёбу на старших факультетах - юридическом, медицинском и богословском. Юристы и медики учились пять лет, а богословы - пятнадцать; их было совсем мало, и по большей части это были монахи, посвятившие свою жизнь богу.



*Университет в Болонье*

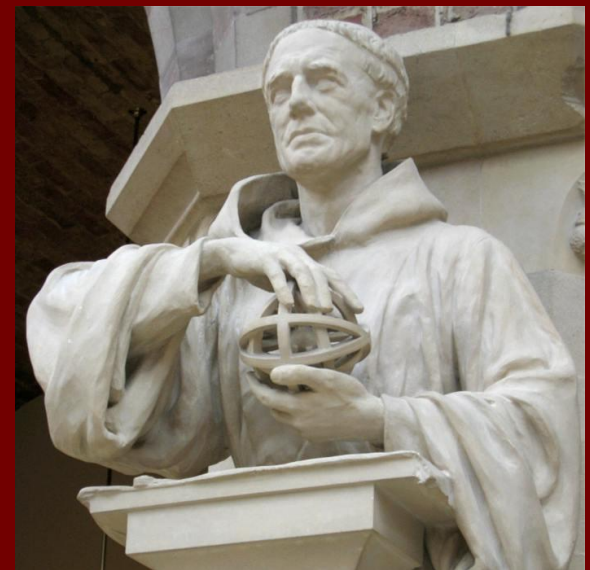


■ Появление университета принесло Болонье почёт и немалые выгоды, поэтому вскоре и другие города принялись заводить высшие школы по болонскому образцу. В середине XIII в. в Италии было 8 университетов; один из них, неаполитанский, был основан императором Фридрихом II, просвещённым монархом, который привлекал к своему двору ученых Запада и Востока. При дворе императора в Палермо жил математик Леонард Пизанский, снова введший в обращение забытые десятичные цифры и научивший людей считать на счетах, а также ученый шотландец Майкл Скотт, который перевел для Фридриха аристотелеву «Историю животных».

■ Самым знаменитым университетом Англии был университет в Оксфорде, где в XIII в. преподавал знаменитый астролог и алхимик Роджер Бэкон. Бэкон составил трактат, в котором в нарочито туманных, понятных лишь посвящённым, фразах писал о секрете пороха и увеличительных стёкол; он учил определять местонахождение с помощью широты и долготы. Бэкон писал также о том, что в будущем появятся машины, которые будут возить людей и машины, которые будут летать по небу. Но в конце концов Бэкона обвинили в колдовстве и заточили в тюрьму, откуда он вышел лишь незадолго до смерти.



*Университет в Оксфорде*



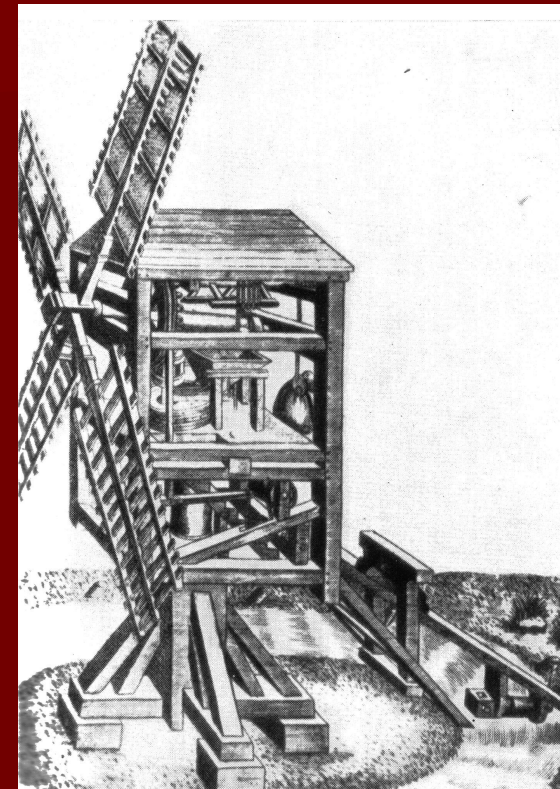
*Памятник Роджеру Бэкону*

## ■ Развитие техники в Европе

■ С точки зрения развития техники основным достижением средних веков стало использование лошади. Кочевники, разрушившие античную цивилизацию, вместе с тем принесли в Европу некоторые достижения Китая – и среди них хомут. Появление хомута позволило запрягать лошадь в повозку и в плуг – жизнь европейского крестьянина стала немыслимой без лошади. С другой стороны, изобретение стремени привело к широкому распространению верховой езды, и для дворян лошадь также была первым помощником и другом.

■ Из других достижений эпохи средневековья нужно отметить распространение водяных и ветряных мельниц. Хотя мельницы появились еще в древнем Риме, их широкое применение относится именно к средним векам. С XII в. водяной привод стал использоваться дляковки железа и в сукновальном деле, а с начала XIII в. появились вододействующие лесопильные рамы.

■ В XII в. во Фландрии появились первые ветряные мельницы, устроенные принципиально иначе, чем персидские – ось вращения на них размещалась не вертикально, а горизонтально. Уже через столетие мельницы были существенно усовершенствованы, и появились конструкции, в которых всё здание поворачивалось навстречу ветру.

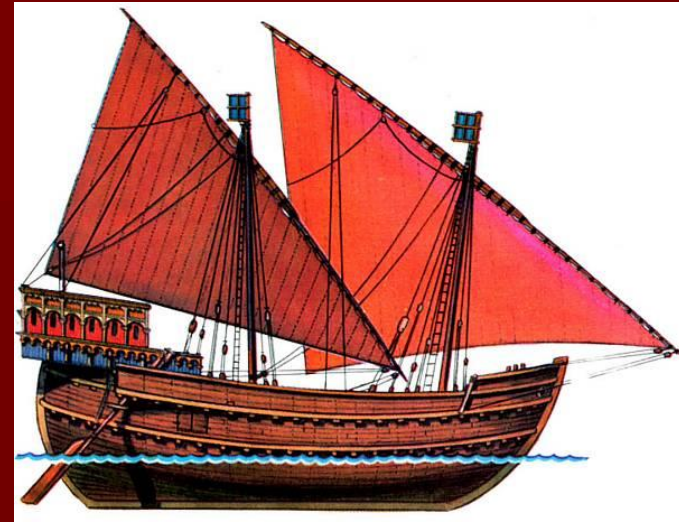


*Ветряная мельница с поворачивающимся корпусом*



- Ведущая роль в развитии европейского судоходства в XI-XII вв. перешла к итальянским торговым городам, прежде всего к Венеции и Генуе. Основной прогресс заключался в отказе от весел и превращении кораблей, именуемых «нефами», в парусные суда водоизмещением до 600 т. Это позволило повысить борта и увеличить вместимость и грузоподъемность судна; высота нефов достигала 13 м, а осадка с грузом – 6 м. Вновь появился забытый было косой парус, теперь его называли «латинским», и этот большой (до 70 кв. м) парус стал единственным двигателем корабля. Важным моментом стало распространение с XII в. компаса и руля, навешиваемого на шарнирах на корме. Компас и корабельный руль были китайскими изобретениями, пришедшими в Европу через арабов.

- Для военных целей использовать весельные галеры, унаследованные от античной эпохи. По каждому борту галеры располагался ряд весел каждое до 15 м длиной и весом 250—300 кг. Таким тяжелым веслом гребли 6- 9 человек, держась за специальные скобы на вальке. Во время работы они вставали с банок и делали несколько шагов вперед и назад в соответствии с тактом каждого гребка. В качестве гребцов использовались осужденные на каторгу, а на Востоке также и рабы.



*Генуэзский неф*



*Генуэзская галера*

■ Европейское средневековье было временем господства тяжелой рыцарской кавалерии. Эволюция военной техники в этот период шла по уровню усиления броневой защиты всадника и коня: на смену пластинчатой броне пришли цельнометаллические латы, потом под латы стала одеваться кольчуга и появилась конская броня. Однако в 1346 г. в битве при Креси французская рыцарская кавалерия потерпела сокрушительное поражение от английской армии, основную часть которой составляли лучники. Английские лучники использовали большой (примерно 180 см в длину) лук из тисового дерева; для натяжения тетивы этого лука требовалось приложить усилие около 35 кг – то есть он обладал примерно такой же мощностью, что и луки гуннского типа. Сражение при Креси показало, что лук может стать эффективным противником тяжелой кавалерии.



*Английские лучники в битве при Креси*



## ■ Развитие техники в Китае

■ Китайская цивилизация, так же как европейская, понесла жестокий урон от нашествия кочевников в IV-V вв. Однако восстановление было относительно быстрым и в эпохи Тан (618-905) и Сун (960-1279) китайская культура достигла нового расцвета. Первый император династии Тан, Тайцзун, разгромил кочевников Великой Степи и открыл торговую дорогу на запад; караваны гружёных шёлком и фарфором верблюдов шли по Великому шелковому пути в Бухару и Самарканд. По этой дороге в 627 году отправился в Индию буддийский монах Сюань Цзян; он оставил подробное описание этой страны и вновь открыл для обитателей Поднебесной далёкий мир Запада. Возвратившись на родину, Сюань Цзян построил в Чанъани знаменитую Пагоду Диких Гусей - это была сложенная из кирпича башня высотой в 65 метров; до этого китайцы не умели строить кирпичных и каменных зданий и не знали извести и цемента. В это время китайцы позаимствовали и другое достижение Ближнего Востока, ветряную мельницу



*Пагода Диких Гусей*

- Одним из достижений этого времени было создание в VII в. доменных печей. Эти высокие печи имели привод для дутья от водяного колеса и обеспечивали столь высокую температуру, что все железо плавилось и превращалось в жидкий чугун. Масштабы производства резко увеличились; из чугуна стали отливать очень крупные изделия, к примеру, в X в. был отлит колокол весом в 60 т.

- Другим достижением средневековой китайской цивилизации было книгопечатание. Поначалу, как и во многих других странах мира, в Китае для изготовления печатных текстов использовалась ксилография, то есть печать с доски, на которой вырезался текст в зеркальном изображении. Такая доска смачивалась краской и накладывалась на бумагу. Ксилографию использовали, в частности, для изготовления небольших листочков, содержащих ритуальные заклинания. Согласно одной из летописных записей, в 770 году по повелению императрицы был изготовлен миллион таких листовок, которые были разосланы по буддийским пагодам Китая. Около 1140 г. мастер Би Шэн изобрел первый наборный шрифт; он придумал литеры, которые делали из глины, а затем обжигали на огне. Би Шэн создал и наборную кассу, которая позволяла ему изготавливать до нескольких тысяч оттисков. В XIII в. глиняные литеры были заменены на бронзовые, более прочные и долговечные.



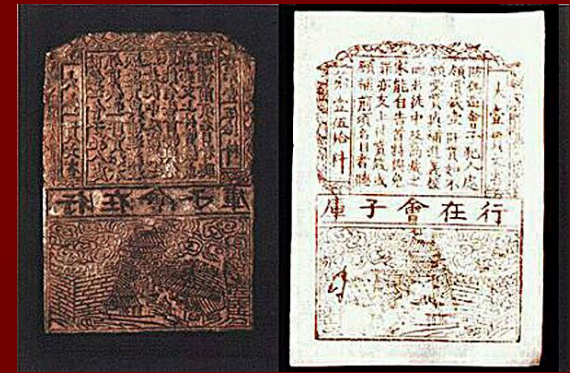
*Памятник Би Шэну*



*Типография с наборной кассой. Гравюра 1300 г.*

■ Возникновение сложной экономической системы в Китае породило такое изобретение, как бумажные деньги. В эпоху Тан вслед за стремительным развитием товарной экономики возникли «летающие деньги» «фэйцзянь» – фактически денежные переводы. Бланк разделялся на 2 части: одна выдавалась торговцу, вторая высылалась на место назначения. Прибыв на место торговец предъявлял свою часть, и ему выдавались наличные. В начале XI в. 16 богатых дворов в провинции Сычуань объединились и выпустили бумажные «свитки» для использования в торговле. При этом первоначально выпуском и обслуживанием всей этой бумажной массы занимались частные предприниматели, лишь в первый год правления императора Жэнь-цзуна (1023) было принято решение обеспечить выпуск бумажных денег силами правительства.

■ Совершенствовалось и ткацкое производство. Для размотки шелкового кокона в нить стала использоваться специальная шелкомотальная машина. В тексте, написанном в 1090 г., говорилось, что в шелкомотальной машине предварительно обработанные коконы разматывались на специальные шпульки, которые вращались под воздействием маховика. Машина приводилась в действие педалью или рукояткой, а ее производительность достигала полутора килограммов шелковой пряжи в день.



*Бумажные деньги и доска для ксилографической печати*



*Шелкомотальная машина*

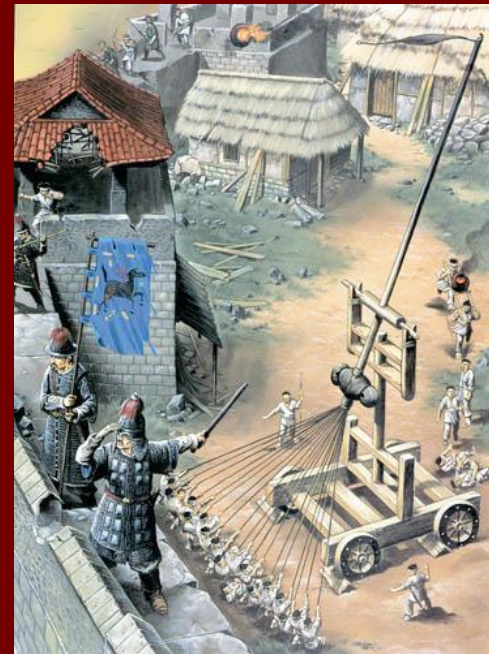


■ Крупнейшим открытием средневековых китайских алхимиков было создание пороховых смесей. Первое упоминание о быстро горящей смеси из селитры, серы и древесного угля содержится в рукописи китайского алхимика Су Сымяо (682 г.). Су Сымяо и другие китайские алхимики были одновременно врачами, которые любой препарат пытались применить как лекарство – поэтому китайское название пороха, «хо яо», означало «огненной зелье». Однако это еще не был настоящий порох: в составе смеси было относительно мало селитры, поэтому смесь не взрывалась, а быстро сгорала. Но эта порохообразная зажигательная смесь быстро нашла свое применение в широко использовавшихся «огненных стрелах» и «огненных копьях», а так же в зажигательных снарядах «хо пао», которые метали с помощью баллист.

■ К XII веку доля селитры в порохообразных смесях увеличилась, и появился настоящий порох, который использовался в чугунных разрывных бомбах «те хо пао». К этому времени секрет пороха распространился в другие страны Востока, где также пытались использовать его в военных целях. Однако должно было пройти еще немало времени, прежде чем огнестрельное оружие станет эффективным и станет приносить победы на полях сражений. Накануне монгольских завоеваний пороховые снаряды использовали, главным образом, при осаде и обороне крепостей.



*«Огненные копья»*



*Баллиста бросает бомбу «хо пао»*

## ■ Монгольское нашествие

■ Монгольские завоевания были вызваны новой фундаментальной инновацией кочевников, созданием монгольского лука. По многочисленным свидетельствам археологов, в XII веке у племен, обитавших в степях Гоби, появился лук нового типа. Этот лук отличался от хуннского лука тем, что имел не боковые, а одну фронтальную костяную накладку, игравшую принципиально иную роль: она не лишала участок кибити упругости, а наоборот, увеличивала упругость, добавляя к рефлекторному усилию деревянной основы усилие расположенной по центру лука костяной пластины. Костяная пластина имеет максимальный предел прочности примерно вдвое больше, чем древесина (около 13 кг/мм<sup>2</sup>), и, соответственно, распрямляясь, создает вдвое большее усилие. При небольших размерах (около 120 см) монгольский лук обладал большой мощностью, и эту мощь можно было при желании увеличить, добавляя костяные накладки на плечи лука.

■ По данным китайских источников, сила натяжения монгольского лука составляла не менее 10 доу (66 кг) – монгольский лук был вдвое мощнее, чем преобладавшие ранее в степи луки гуннского типа, и намного мощнее, чем знаменитые английские луки, погубившие французское рыцарство в битвах при Креси и Пуатье.



*Монгольский лучник*



- Небольшие размеры монгольского лука делали его удобным для конного лучника; это позволяло точнее прицеливаться и вести стрельбу в высоком темпе – до 10-12 выстрелов в минуту. Обладая таким всепокрушающим оружием, монголы не любили сражаться врукопашную. «Вообще они не охотники до ручных схваток, - писал историк С. М. Соловьев, - но стараются сперва перебить и переранить как можно больше людей и лошадей стрелами, и потом уже схватываются с ослабленным таким образом неприятелем». Классическим примером такой тактики явилась битва с венграми на реке Сайо, когда венгерская рыцарская армия так и не смогла навязать монголам рукопашного боя и была расстреляна из луков во время шестидневного отступления к Пешту.

- Монгольский лук был **фундаментальным открытием**, которое породило новую волну завоеваний. Монголы опустошили половину Евразии, разрушили города и истребили большую часть населения. Развитие Китая, Ирана, России было отброшено на столетия назад. Лишь Западной Европе удалось избежать этого страшного нашествия – и с этого времени Европа стала убежищем для наук и искусств.



German knights of the Teutonic Order confront heavily-armoured Mongol horse-warriors at the Battle of Liepzig, 1241.

### *Битва при Легнице*



### *Монгольские завоевания*

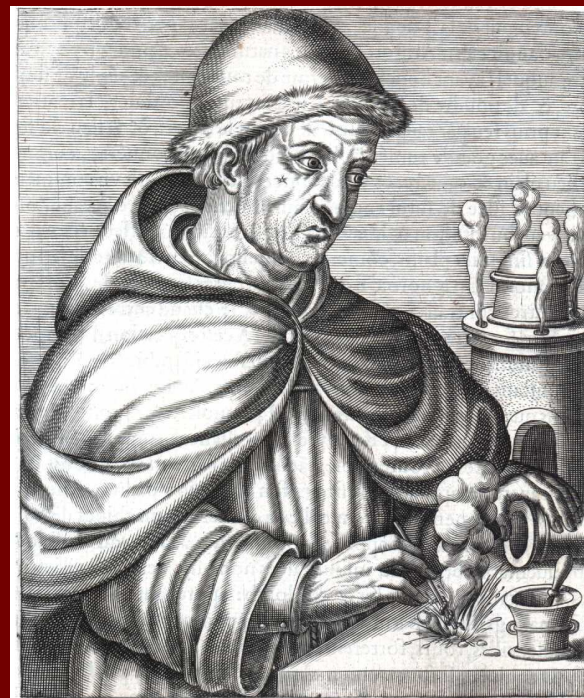


# Глава III. ЭПОХА ВОЗРОЖДЕНИЯ

## ■ Пороховая революция

■ Монгольское нашествие представляло собой волну завоеваний, сопровождавшуюся созданием нового культурного круга. Монголы принесли с собой на Ближний Восток и на Русь не только мощный лук, но и многие культурные элементы, позаимствованные ими в завоеванном Китае. Прежде всего, это были пороховые бомбы «те хо пао», которые монголы использовали при осадах городов. С этого времени порох стал широко известен; рецепт его изготовления приводится в книгах арабского писателя XIII века Гассана Аль-фамеха и византийца Максима Грека. Пороховые гранаты использовались воинами Золотой Орды: их находки известны во многих городах Поволжья. Порох был известен и русским, которые называли его «огненным зельем» – это название представляет собой буквальный перевод китайских иероглифов «хо яо».

■ Европейцы долгое время приписывали изобретение пороха монаху Бертольду Шварцу, который жил в XIV в. во Фрайбурге, однако в действительности, европейцы узнали о порохе от испанских арабов, которые использовали его еще в XIII веке.

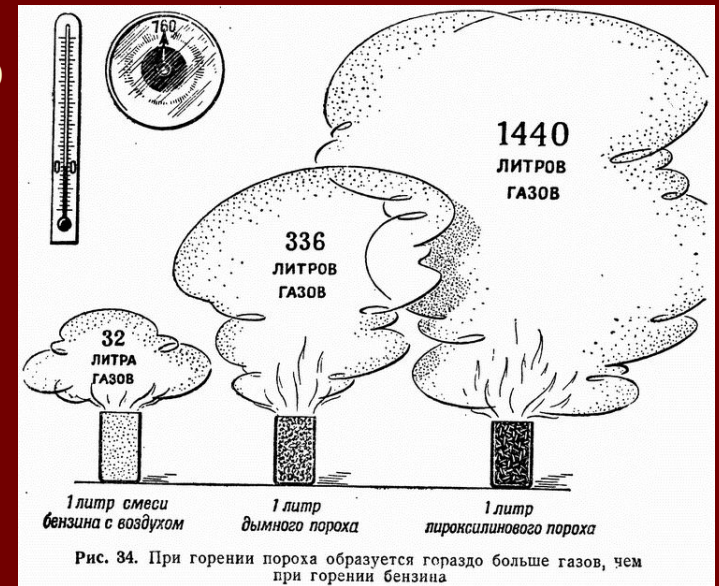


*Бертольд Шварц*

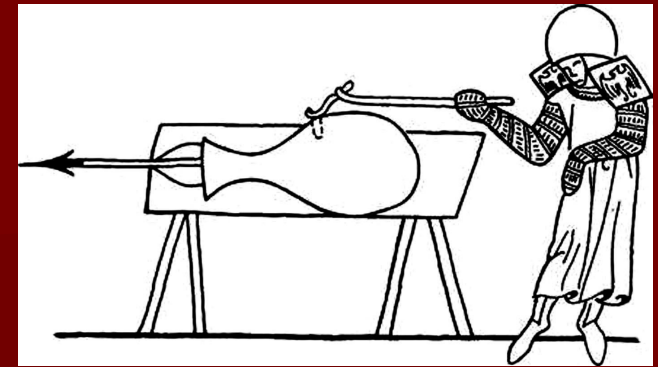
Чтобы понять принцип действия огнестрельного оружия, необходимо знать, какие химические реакции происходят при взрыве пороха. Сера в порохе играла роль запала: она загоралась от малейшей искры и зажигала уголь. При температуре свыше 300 градусов селитра начинала выделять свой кислород и отдавала его углю и сере. Поэтому горение не требовало поступления воздуха и сопровождалось выделением огромного количества газов, которые с большой силой расширялись во все стороны, образуя взрывной эффект. Реакцию, происходящую при горении пороха, можно описать формулой:



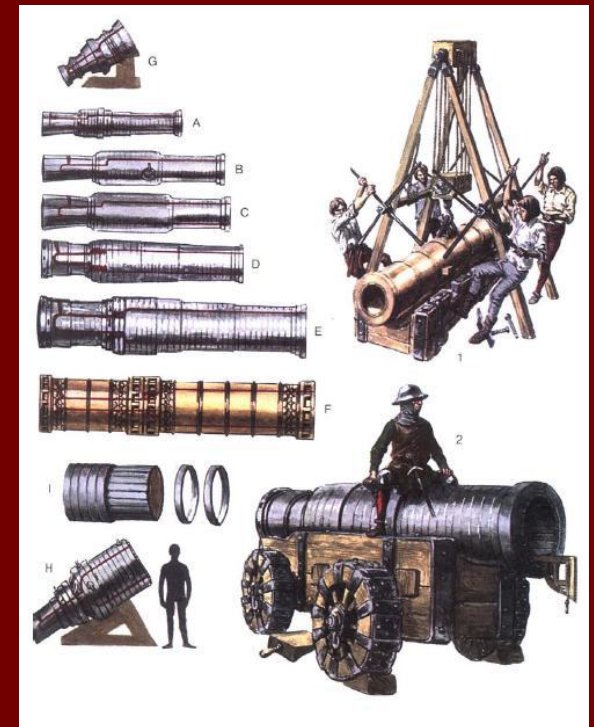
где  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$  – газы, а  $\text{K}_2\text{S}$  – твердый остаток горения, осаждавшийся в виде копоти или уносившийся с дымом. Классический состав пороха, дававший наибольший выход газов: селитры - 75%, угля - 15%, серы - 10%. Однако и в этом случае в газы обращалось только около 40% пороховой массы, остальное составлял твердый остаток.



Во второй половине XIII века в Китае появились бронзовые пищали, стрелявшие каменными и чугунными ядрышками. Через посредство арабов китайское огнестрельное оружие попало в Западную Европу. Рисунок из английской рукописи, датируемый 1326 годом, изображает пушку в виде кувшина, из горлышка которого высовывается снаряд со стрелой на конце. Эта конструкция совершенно идентична китайским пушкам начала XIV века, и, поскольку порох и огнестрельное оружие имели к тому времени в Китае долгую историю, то очевидно, что европейские пушки были заимствованы из Китая. Путь этого заимствования, очевидно, проходил через арабский Восток, однако в силу каких-то неясных пока обстоятельств, пушки получили наибольшее применение на крайнем западе арабского мира. Из мусульманской Испании огнестрельное оружие попало в христианскую Европу, где было значительно усовершенствовано. Во-первых, в 1372 году в Германии ручная пищаль была снабжена фитильным замком, и таким образом, появились первые аркебузы. Во-вторых, в начале XV в. европейские мастера научились отливать бронзовые пушки в песочных формах. Еще одним важным нововведением было появление в конце XV в. колесного лафета.



*Первое в Европе изображение пушки*



*Бомбарда конца XV века*



## ■ Османская «пороховая империя».

■ В Османскую империю усовершенствованное огнестрельное оружие пришло из Европы, и первые известия о его применении турками относятся к 1380-м годам. Важным обстоятельством, позволившим османам опередить европейцев в создании армии аркебузирова, было то, что в европейских странах власть принадлежала рыцарской аристократии, которая боялась доверить новое оружие простолюдинам. Таким образом, первым государством, взявшим на вооружение огнестрельное оружие, стала Османская империя. К тому в времени у османов уже существовал корпус регулярной пехоты, составленный из янычар - это были воины-рабы, с детства воспитанные в казармах. При Мураде II (1421-1451) янычары были вооружены аркебузами; была создана мощная артиллерия, и таким образом на свет явилась регулярная армия, вооруженная огнестрельным оружием. При преемнике Мурада, Мехмеде II, для овладения городами были отлиты огромные осадные орудия – в том числе знаменитая пушка Урбана, которая в 1453 г. разрушила стены Константинополя. Это была бомбарда длиной 12 метров, стрелявшая каменными ядрами весом 600 кг, и весившая 32 тонны. Создание вооруженной огнестрельным оружием регулярной армии было фундаментальной инновацией турок; эта инновация вызвала волну османских завоеваний.



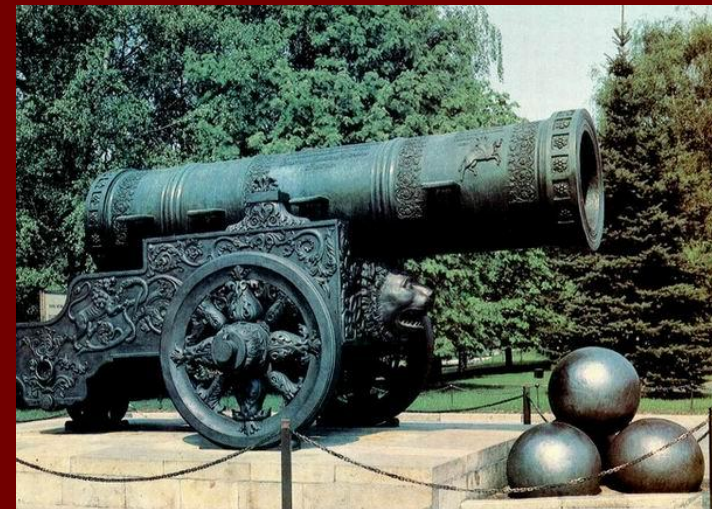
*Турецкая бомбарда*

В течение двадцати лет после взятия Константинополя турки овладели Балканами, затем они обернулись на Восток и в 1514 г. в грандиозной битве на Чалдаранской равнине разгромили объединенные силы господствовавших над Ираном кочевников. Затем были завоеваны Сирия и Египет, и султан Селим Грозный провозгласил себя заместителем пророка, халифом.

Победы османов вызвали диффузионную волну подражания османским порядкам, как в Азии, так и в Европе. Русский царь Иван Грозный по образцу янычар создал вооруженное пищалями стрелецкое войско; одновременно он пригласил немецких и итальянских мастеров (в том числе известного мастера Каспара Гануса) и поручил им наладить литье пушек. Огромные «стенобитные» пушки в то время были символом могущества монарха, и самые большие пушки Ивана Грозного, «Павлик», «Орел» и «Медведь» стреляли ядрами в 20 пудов (320 кг). В 1586 г. учеником Каспара Гануса мастером Андреем Чоховым была отлита знаменитая «Царь-пушка»; при длине 5,3 м она весила 39 тонн.



*Османская империя*



*«Царь-пушка»*



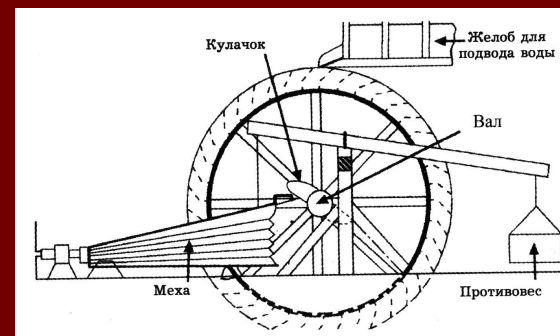
## ■ Развитие металлургии

■ Помимо пороха, монголы принесли с собой еще одно китайское изобретение – доменную печь для плавки чугуна. Археологические данные говорят, что к началу XIV века технология чугунного литья была освоена в городах Поволжья, прежде всего в Сарае, Укеке и Болгаре. Чугунные котлы назывались по-татарски «чуйун казан», а по-русски «чугун» («чугунок») или «казан». Название города Казань говорит о том, что, как и расположенный рядом Булгар, этот город был центром металлургического производства. При раскопках Булгара были найдены остатки домниц, имевших высоту до 2,5 метров и работавших на древесном угле. Эта технология ничем не отличалась от той, которая была освоена в Западной Европе в XIV веке. Археологи считают, что она была завезена на Запад с помощью среднеазиатских купцов.

■ Большие кричные горны, позволявшие получать чугун, появились в Европе в середине XIV в. Главной их особенностью было дутье мехами с приводом от водяного колеса; мощное дутье позволяло повысить температуру и интенсифицировать процесс выплавки. Поначалу чугун получали вместе с железом; после остывания печи выламывали сначала железную крицу, а потом оседавший внизу чугун. Такие печи назывались в Германии «блауофенами», а в России – «домницами».



*Домница XV века*

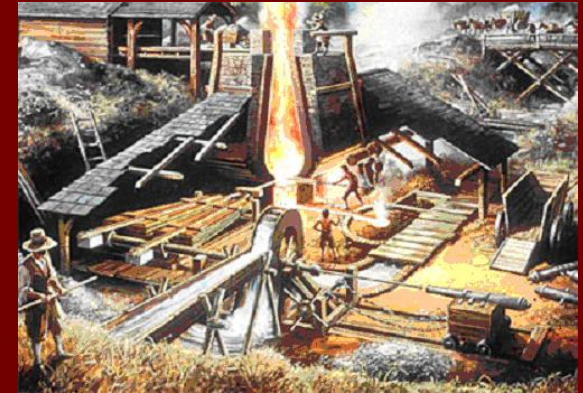


*Мехи с приводом от  
водяного колеса*



Во второй половине XV в. с дальнейшим увеличением мощности дутья появились настоящие доменные печи. В них достигалась температура выше точки плавления железа, все железо плавилось, но в присутствии древесного угля оно сразу же науглераживалось и превращалось в жидкий чугун. Чугун выпускали из печи в формы, получая массивные отливки («штыки»). Доменные печи работали непрерывно, не остывая; при этом существенно уменьшался расход топлива и увеличивалась производительность. Чугунные штыки затем плавил в особых печах, «вагранках», и отливали различные изделия – но главным образом ядра для пушек, которые к концу XV столетия, в основном, заменили каменные ядра. При Иване Грозном чугунные ядра стали отливать и в России.

Во второй половине XVI в. в Европе появилась также и технология передела чугуна в железо. Передел осуществляли в кричных горнах. Сущность этой технологии заключалась в окислении примесей чугуна в ходе его плавления в струе воздуха, подающего через фурму. По мере выжигания из металла углерода он переходил в тестообразное состояние, и в печи формировалась крица с вкраплениями шлака. Для удаления шлака крицу затем тщательно проковывали.



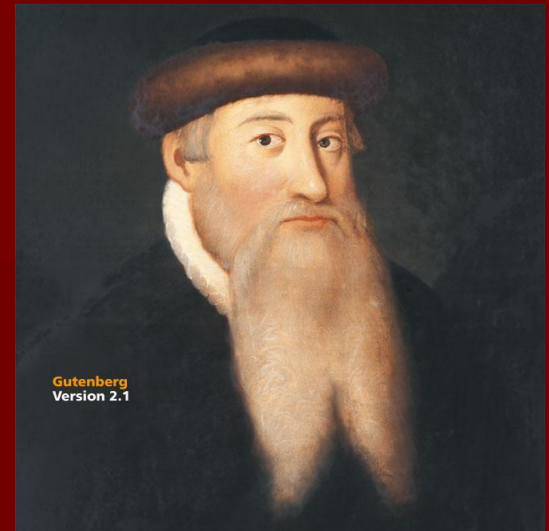
*Доменная печь в Англии*



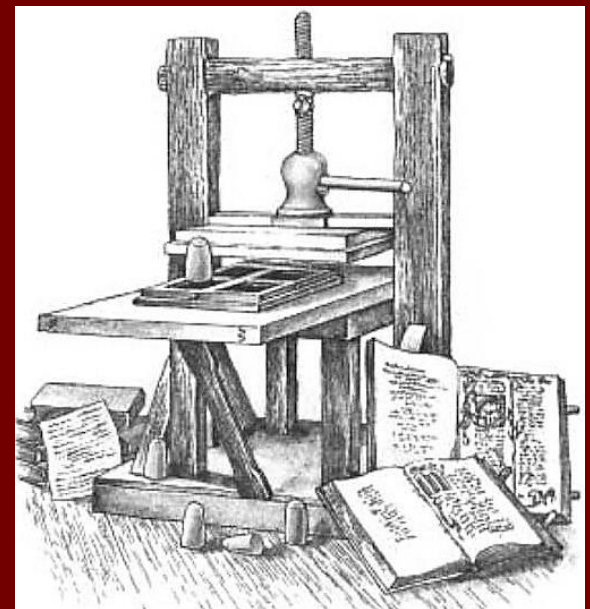
*Передельный горн*

## ■ Книгопечатание

■ Еще одним проявлением диффузии китайских изобретений в Европу было возникновение европейского книгопечатания. Ранее считалось, что книгопечатание в Европе возникло самостоятельно, и его создателем был ремесленник Иоанн Гутенберг из Страсбурга. В 1440 г. Гутенберг изготовил свой первый печатный станок, а в 1455 г. напечатал первую книгу – конечно, это была самая популярная книга тех времен, Библия. Однако в 1998 году китайский историк Джи Ксин Пан, сопоставив европейскую технику печати с китайской, показал, что они совпадают даже в мелких, не имеющих технологического значения деталях. Это, безусловно, доказывает, что книгопечатание было заимствовано европейцами из Китая. Вероятно, Гутенберг получил информацию о китайской технологии печати от посещавших Китай купцов или монахов.

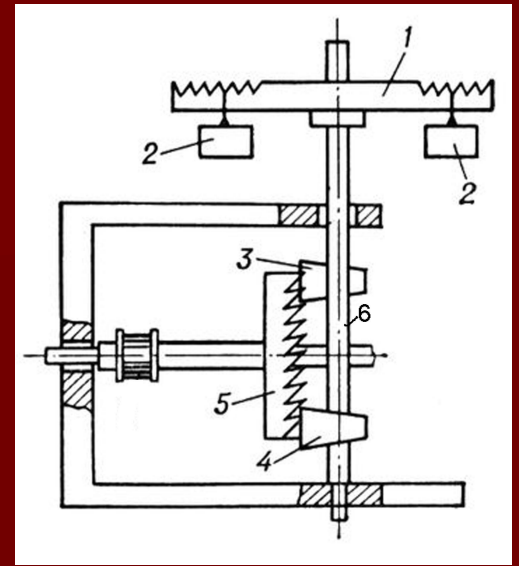


*Иоанн Гутенберг*

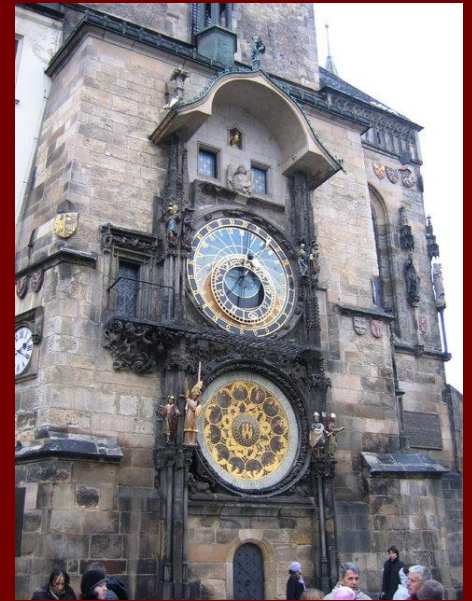


*Печатный станок Гутенберга*

В конце XIII века в Европе появились механические часы. Главную роль в первых конструкциях часов играл так называемый шпindelный спуск. От главного колеса, к которому прилагалось усилие гири, движение передавалось на коронное колесо (5), которое было снабжено зубцами в форме пилы. Коронное колесо толкало палеты (3 и 4), расположенные на шпинделе (6). Палеты по отношению друг к другу располагались под углом 90 градусов и поочередно зацепляли зубцы коронного колеса, вызывая вращение шпинделя с палетами то в одну, то в другую сторону. Когда, например, выступающий зуб колеса сталкивался с нижней палетой и ударялся о нее, это приводило к вращению шпинделя на его оси и к тому, что верхняя палета через некоторое время входила в промежуток между зубьями, находящимися в верхней части колеса. Давление, оказываемое верхним зубом, изменяло вращение шпинделя на обратное. Скорость поворота шпинделя определялась регулятором, который представлял собой коромысло (1) с передвигающимися по нему грузами (2). Если грузы перемещали ближе к оси, шпindel начинал поворачиваться быстрее, и часы ускоряли свой ход. Если грузы перемещали ближе к краю - ход часов замедлялся. В отсутствие маятникового регулятора шпindelный спуск не обеспечивал изохронности колебаний коромысла, поэтому погрешность хода в таких часах за сутки могла достигать одного часа.



*Шпindelный спуск*



*Часы на башне ратуши в Праге*



## Итальянское возрождение

Роль хранительницы древних знаний в средние века играла Византия. Когда в XV в. к Константинополю подступили турки-османы, ученые греческие монахи спасались бегством на Запад. Они привозили с собой древние рукописи и учили европейцев греческому языку. Городом, куда держали путь ученые греки, была Флоренция. В тамошнем университете преподавали греческий язык, и греки находили здесь теплый прием; они переводили на латынь привезенные с собой труды Аристотеля, Платона, Полибия и передавали флорентинцам сокровенные мысли древних философов.

Правитель Флоренции, знаменитый банкир Козимо Медичи (1389-1464) был страстным поклонником Платона и создал на своей вилле в Кареджи кружок любителей античности, который позже, по примеру афинской школы Платона, назвали «Академией». Друзьями Козимо были не только философы, но и архитекторы, скульпторы и художники, стремившиеся возродить в своих произведениях древние образцы. Все это были его друзья - Донателло, воскресивший античную скульптуру, Филиппо Липпи, воскресивший античную живопись, Филиппо Брунеллески, возродивший античное строительное искусство.



*Флоренция*



*Козимо Медичи*

- Архитектор Филиппо Брунеллески был настолько увлечен античностью, что провел несколько лет среди руин римского форума. Он проводил долгие часы в Пантеоне, и разобравшись в конструкции этого удивительного сооружения, предложил Козимо возвести такой же купол над строящейся церковью Санта Мария дель Фьоре. Купол Санта Марии поднялся на высоту в 114 метров - это было самое грандиозное здание из всех, построенных до тех пор человеком.

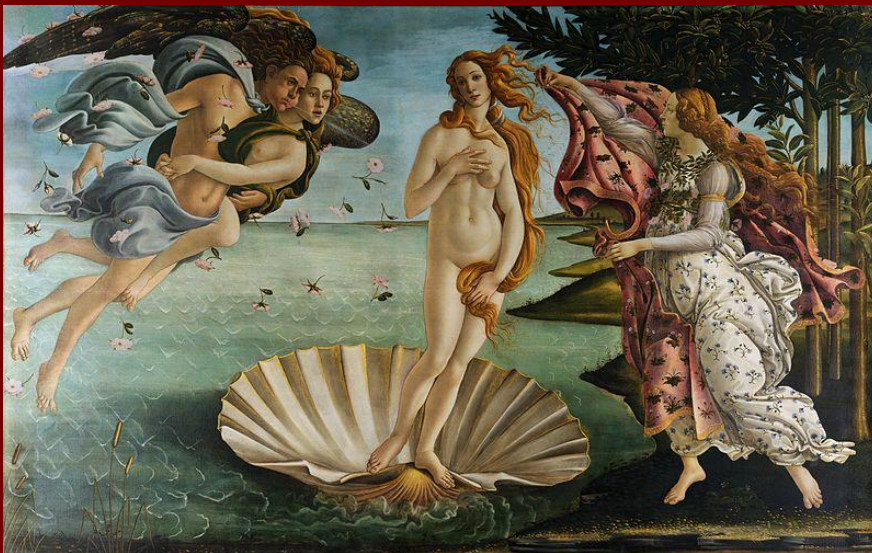


*Собор Санта Мария дель Фьоре. Флоренция*



■ К концу жизни Козимо Медичи во Флоренции появились художественные мастерские, в которых учились десятки будущих живописцев. В мастерской Андреа Веррокьо проводились первые опыты работы с масляными красками; если раньше художники писали лишь настенные фрески по влажной штукатурке, то теперь появились настоящие картины, блистающие яркостью и глубиной красок. Это было рождение нового искусства, и при этом рождении присутствовали два ученика Веррокьо - Сандро Боттичелли и Леонардо да Винчи. Появление масляных красок – это пример того, как открытия в области технологии производят переворот в мире искусства. Художники, первыми освоившие эту технику, стали великими мастерами – как Сандро Боттичелли, Леонардо да Винчи, Микеланджело и Рафаэль; остальным была уготована участь подражателей.

■ Великие мастера тех времен, были не только художниками, но и скульпторами, архитекторами и изобретателями. Микеланджело построил самый большой собор в мире – собор Святого Петра в Риме с куполом высотой 130 метров



*Сандро Боттичелли. «Рождение Венеры».*



*Собор Святого Петра в Риме*



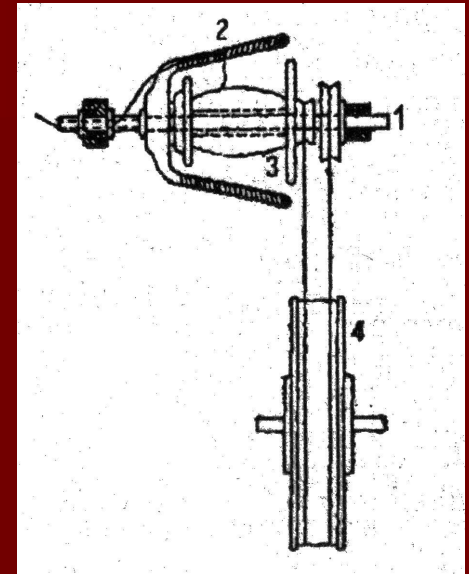
- Леонардо да Винчи оставил после себя множество проектов: он подражал Архимеду, создателю античной механики, и конструировал различные военные машины. Многие его проекты были неосуществимы на тогдашнем уровне техники; но одно из его изобретений нашло очень широкое применение. Это был колесцовый замок для пистолетов: заводимая ключом пружина после нажатия на спусковой крючок приводила в движение колесико с насечкой и опускала на него курок с кремнем, который высекал искры. Таким образом, именно Леонардо да Винчи создал кавалерийский пистолет, в XVI веке ставший главным оружием конницы и изменивший ход сражений.

- Леонардо да Винчи приписывают также создание самопрялки, которую в Германии считали изобретением каменотеса Юргенса из Брауншвейга.



*Немецкие рейтары*

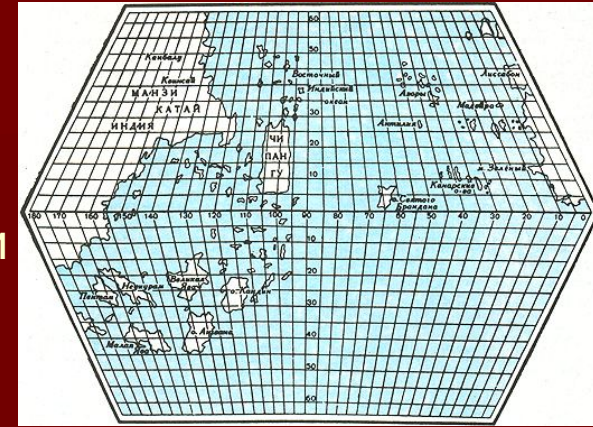
Работа на самопрялке проходила следующим образом. Веретено (1) было соединено наглухо с рогулькой (2) и получало движение от нижнего большого колеса(4), которое было соединено с блоком, неподвижно укрепленным на веретене. Катушка(3), на одном конце которой был укреплен блок меньшего диаметра, свободно надевалась на веретено. Оба блока получали движение от одного и того же колеса, но веретено и рогулька, соединенная с большим блоком, вращались медленнее, чем катушка, соединенная с меньшим блоком. Вследствие того, что катушка вращалась быстрее, происходило наматывание на нее нити, причем скорость наматываемой нити была равна разности скоростей веретена и катушки. Прядение начиналось с того, что прядильщица вытягивала из кудели немного пряжи скручивала небольшой отрезок нити, пропускала ее через отверстие на конце веретена, откуда через боковое отверстие нить поступала на рогульку, шла по ложбинке рогульки, через отверстие в ней перпендикулярно протягивалась к катушке и крепилась на ней. Затем с помощью педали и ножного привода она вращала колесо(4), при этом вращающаяся катушка наматывала на себя нить и через рогульку вытягивала ее с конца веретена, на которое подавалась новая порция волокон. Волокна скручивались веретеном в нить, которая, в свою очередь, вытягивалась через рогульку и наматывалась на катушку.



*Самопрялка*

## ■ Географические открытия

■ Итальянское Возрождение было возрождением античных искусств и наук – в том числе и географии. Друг Брунелески, Паоло Тосканелли, воскресил географию Птолемея, базирующуюся на определении широт и долгот. Тосканелли установил на вершине Флорентийского собора гномон, и, измеряя его тень, попытался заново вычислить длину меридиана. Неточность измерений привела к тому, что Тосканелли уменьшил размеры Земли и сделал вывод, что расстояние от Испании через океан до Индии составляет лишь 6 тысяч миль – втрое меньше действительного. Расчеты Тосканелли попали в руки другого итальянца, Христофора Колумба, который загорелся желанием достичь этим путем Индии. Этот проект казался реальным благодаря появлению судов с усовершенствованным парусным вооружением и корабельным рулем. Еще одно важное новшество тех времен касалось обшивки корабля. Изначально судно обшивалось досками внахлест, одна доска находила на другую. Новая технология, когда доски стали устанавливать встык, позволила увеличить размеры корабля, и строить трехмачтовые суда. Два корабля Колумба были каравеллами, – это были небольшие суда водоизмещением в 50-70 тонн, длиной 15-25 метров, с тремя мачтами и косыми парусами. По свидетельству одного моряка XV века «каравеллы отлично лавировали, поворачиваясь к ветру то одним, то другим бортом, как будто у них были весла».



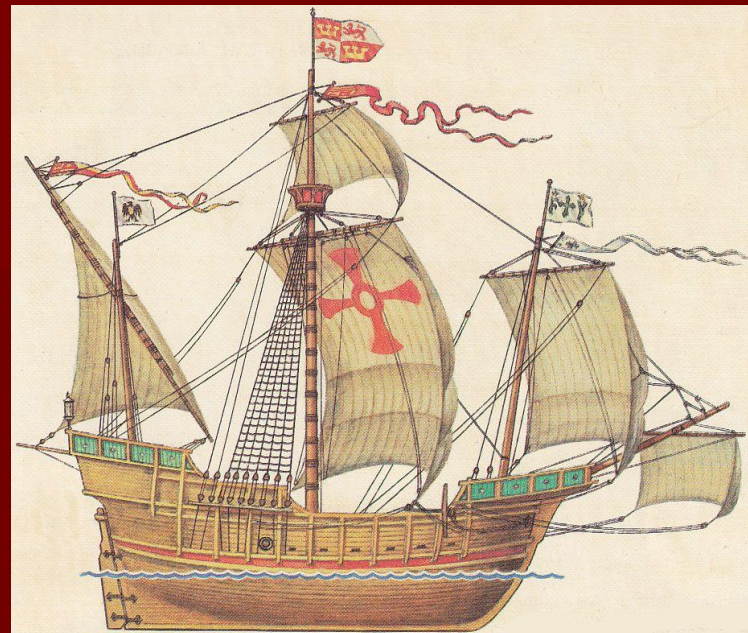
*Карта Тосканелли*



*Каравелла Колумба «Пинта»*



Третий корабль, флагман Колумба «Санта-Мария», был караккой – так назывались более крупные корабли имевшие прямые паруса на передних (фок- и грот-) мачтах и косые – на задней (бизань-) мачте. Примечательно, что современники Колумба не различали каравеллы и каракки, называя и те другие словом «нао», что означало просто «корабль», подразумевая судно, способное к долгому морскому путешествию. В 1492 г. Колумб отправился в Индию и после месячного плавания открыл Америку. В 1498 г. Васко да Гама на четырех кораблях обогнул Африку и открыл настоящую дорогу в Индию. В 1519 г. Магеллан на пяти кораблях отправился в первое кругосветное путешествие. Каравелла и каракка сделали доступными для европейцев все океаны и подарила им господство на морях. Новые парусные корабли – это было *фундаментальное открытие*, резко расширившее экологическую нишу европейских народов. Испания и Португалия стала хозяйками богатейших колоний, сотни тысяч переселенцев отправились за Океан в поисках новых земель и богатств.



*Флагман Колумба «Санта-Мария»*



*Корабль Магеллана «Виктория»*

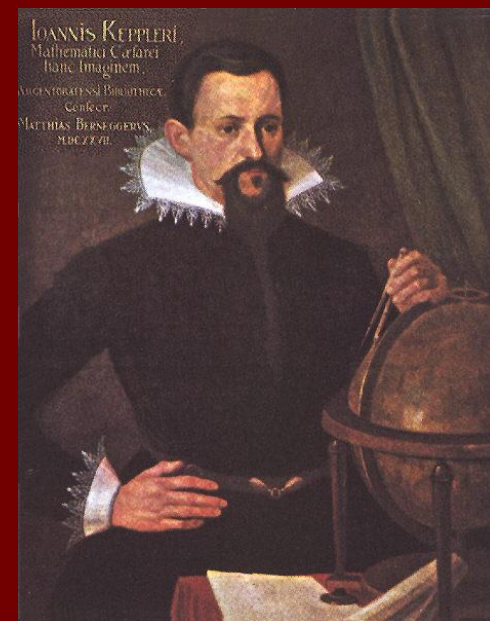
## ■ **Астрономические открытия**

■ Возрождение наук, следствием которого были географические открытия, коснулось и астрономии. После неудачного опыта Тосканелли, в начале XVI века, была произведена новая попытка определения размеров Земли. Французский ученый и врач короля Франциска II, Фернель, в 1528 году измерил дугу меридиана вблизи Парижа. Угловые высоты Солнца он определял при помощи треугольника с диоптрами, одна сторона которого была разделена на части, соответствующие минутам дуги, линейное же расстояние Фернель получил счетом оборотов колеса своей повозки. Длина градуса меридиана получилась равною 56 746 туазам или 110,41 км, окружность Земли - 39747 км.

■ В 1543 г. учившийся в Италии польский священник Николай Коперник издал книгу, в которой он воскресил идею Аристарха Самосского о том, что Земля вращается вокруг Солнца. Однако, как и в древние времена, эта теория не согласовывалась с наблюдениями астрономов, в частности, с наблюдениями датского астронома Тихо Браге, создавшего обширные и точные астрономические таблицы. В 1609 г. Иоганн Кеплер, астроном и астролог при дворе германского императора, проанализировал таблицы Тихо Браге и путем кропотливых вычислений показал, что Земля вращается вокруг Солнца, – но не по кругу, а по эллипсу. Таким образом, ученые Нового Времени впервые превзошли ученых Древнего мира.



*Я. Матейко. "Коперник"*



*Иоганн Кеплер*



■ Экспериментальное подтверждение теории Кеплера было получено с помощью нового астрономического инструмента, подзорной трубы. Еще в конце XIII века в Италии научились изготавливать линзы и исправляющие дальность зрения очки; в 1608 г. голландский очковый мастер Иоханн Липпергсей создал первую подзорную трубу с двумя линзами. В 1609 г. случайно узнав об изобретении подзорной трубы в Голландии – но ничего не зная об ее конкретном устройстве – итальянский ученый Галилео Галилей создал свой телескоп. С помощью телескопа он в короткое время совершил много сенсационных для того времени открытий. Он обнаружил много новых звезд, кратеры на Луне, пятна на Солнце и открыл четыре спутника, вращающиеся вокруг Юпитера. Галилей энергично выступил в поддержку учения Коперника и был привлечен к суду инквизиции; он был вынужден, стоя на коленях, публично отречься от своих заблуждений.

■ Галилею было тогда уже 70 лет, и он провел остаток жизни под домашним арестом – но продолжал работать и ставить опыты. Он установил, что Аристотель был не прав, утверждая, что тяжелые тела падают быстрее легких, что пушечное ядро летит по параболе и что время колебания маятника не зависит от амплитуды. Галилей открыл закон инерции, закон равноускоренного движения и установил принцип сложения (суперпозиции) движений. Эти открытия стали началом современной механики.



*Телескоп Галилея*



*Ж.-Н. Робер-Флер. «Галилей перед судом инквизиции»*

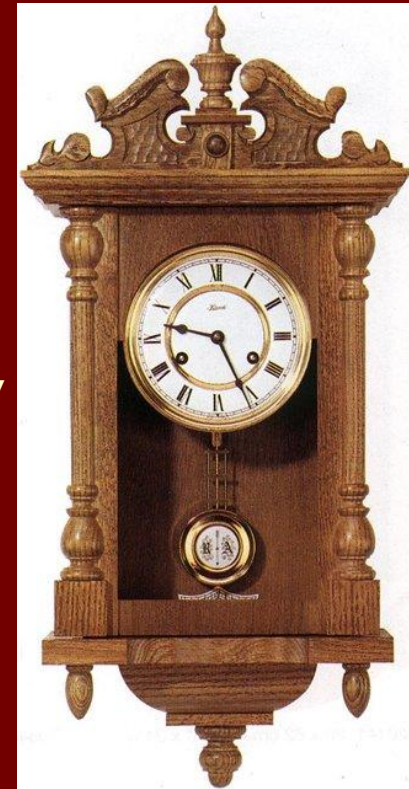


# Глава IV. НАЧАЛО СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

## ■ Создание маятниковых часов

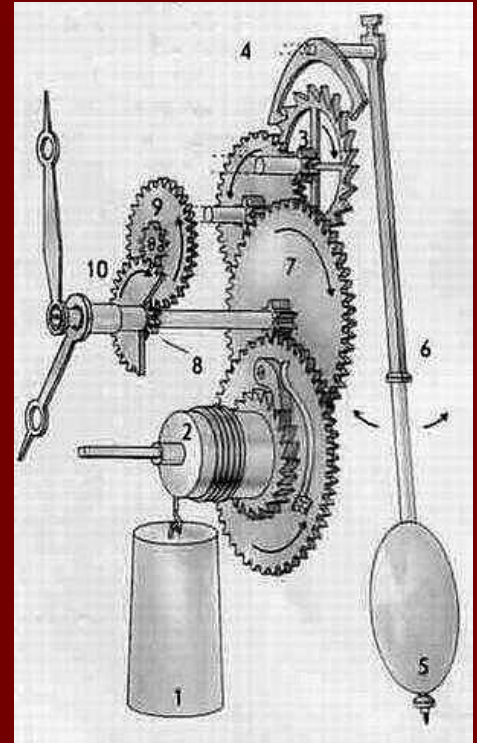
■ Вслед за великими географическими открытиями в конце XV — первой половине XVI в. началась эпоха дальних океанических плаваний. Для капитанов, плывущих в открытом океане, чрезвычайно важно точно определять широту и долготу — координаты местонахождения корабля в океаническом просторе. Широту могли удовлетворительно определять еще до XVI в. по высоте полюса над горизонтом; долготу же с необходимой точностью не умели определять даже в XVII и XVIII вв. Между тем, еще в 1510 году испанец Санто Крус предложил очень простой способ для решения этой проблемы, «метод перевозки часов».

■ Этот метод основан на том, что каждому меридиану соответствует свое местное астрономическое время. Разница во времени в один час дает разницу в 15 градусов долготы. Если перед выходом в море настроить часы по местному времени пункта с известной географической долготой, например, Гринвича (нулевой меридиан), и взять их с собой, то, определив по Солнцу местное время искомого пункта, можно сразу вычислить долготу места, где находится корабль. Обычно, наблюдая за Солнцем, устанавливают, что наступил полдень (Солнце в высшей точке небосвода), а судовые часы показывают, что в этот момент в Гринвиче, например, 14 часов. Разница в два часа означает, что долгота равна 30 градусов.



■ Для того, чтобы использовать этот метод, необходимы точные часы, а существовавшие в то время часы со шпindelным спуском были слишком неточными. В 1657 г. голландский ученый Христиан Гюйгенс (1629-1695) создал первые точные маятниковые часы.

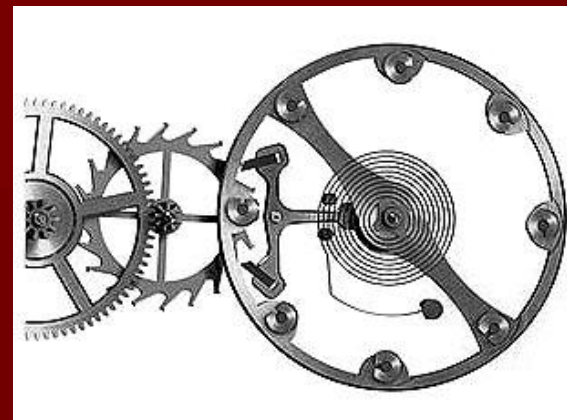
■ Принцип действия маятниковых часов был следующим: груз 1 с помощью троса через валик 2 приводит в движение систему колес. Этот груз обеспечивает энергию для часов; его усилие через несколько колесных пар передается на тормозное колесико 3. Проворачивание часового механизма тормозится в результате взаимодействия тормозного колесика 3 и анкера 4 и регулируется маятником 5. Тормозное колесико будет продвигаться дальше лишь в том случае, если маятник приведет анкер в такое положение, когда он отпустит тормозную шестеренку. Одновременно другой конец анкера проходит в пространство между шестеренками и тем самым ограничивает движение тормозного колесика 3 на половину длины зубчика. Теперь, когда маятник будет совершать обратное движение, зубчик тормозной шестеренки надавит на анкер и через стержень 6 передаст усилие на маятник. Маятник при этом получает небольшую дополнительную энергию, что компенсирует имеющиеся у него потери на трение. Таким образом тормозное колесико движется в такт колебаниям маятника. Маятник же – как показал Галилей – совершает колебания за одно и то же время, независимо от амплитуды (если она не слишком велика).



*Маятниковые часы.*

- Первые часы Гюйгенса были стационарными маятниковыми часами, которые не могли работать в условиях качки на корабле. Необходим был какой-то другой регулятор, менее чувствительный, чем обычный маятник. В 1660-х гг. англичанин Роберт Гук доказал изохронность колебаний спиральной пружины (и попутно сформулировал закон сопротивления материалов, известный как «закон Гука»). В 1674 году Гюйгенс предложил в качестве регулятора часов колебательную систему, состоящую из балансового колеса и пружины-спирали. Идея оказалась перспективной. Гюйгенсу удалось сконструировать первые часы переносного типа, где в качестве регулятора была применена система баланс-спираль с собственным периодом колебания. В дальнейшем эта система получила широкое распространение для устройства карманных часов и хронометров.

- Темы рефератов:
- <http://hist1.narod.ru/Lec/Ref.doc>



*Регулятор типа баланс-спираль*



*Старинные карманные часы*