

## ГЛАВА I. ОСНОВНЫЕ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ

### 1. Возникновение техники в первобытную эпоху и её развитие на Древнем Востоке. Зарождение научных знаний

#### Техника эпохи каменного века. Неолитическая революция

Жизнь человека с самого начала складывалась так, что всё, чем бы он ни занимался, заставляло его наблюдать за окружающим миром и делать из этого выводы. Человеку приходилось совершенствовать орудия охоты и производства, обустраивать свою жизнь и окружающую среду, то есть заниматься в меру своих возможностей всем тем, что позднее стало именоваться наукой и техникой.

В современной антропологии наиболее распространённой является точка зрения, по которой эволюция человеческой линии заняла не свыше 10 млн. лет, а обезьяний предок гоминид имел черты сходства с шимпанзе, был по существу "шимпанзеподобен". В 1891 г. голландский исследователь *Эжен Дюбуа (1858-1940)* на о. Ява (Индонезия) впервые нашёл окаменелости древнейшего человека – первого питекантропа, или человека прямоходящего. В XX веке на Яве найдены ещё несколько останков питекантропов, в Китае – близкие к ним синантропы. Все они представляют собой различные географические варианты человека прямоходящего, существовавшего приблизительно 2 – 0,5 млн. лет назад. Наряду с добыванием растительной пищи у питекантропов большую роль играла охота. Они умели пользоваться огнём, сохраняли его от поколения к поколению.

Древнейших людей – питекантропов – сменили древние люди, которых называют неандертальцами (по месту первой находки в долине реки Неандр, Германия). Их скелетные останки открыты в Европе, Азии и Африке. Время существования неандертальцев – 200-35 тысяч лет назад. Они могли не только поддерживать, но и добывать огонь. Шло развитие речи. С помощью изготовленных орудий древние люди охотились на животных, сдирали с них шкуры, разделявали туши, строили жилища. У неандертальцев впервые встречаются захоронения.

В гроте Кроманьон во Франции было обнаружено сразу несколько ископаемых людей современного типа. По месту находки их называют кроманьонцами. Самые ранние их представители жили 40 тыс. лет назад. Разнообразие типов орудий из камня и кости говорит о сложной трудовой деятельности. Человек уже умел шить шкуры животных и изготавливать из них одежду, жильё. На стенах пещер обнаружены мастерские рисунки.

Археологическая периодизация истории первобытного общества включает: *палеолит (2,6 млн.-15 тыс. лет назад), мезолит – (15 - 8 тыс. лет назад)* и *неолит – (8 - 3 тыс. лет назад.)*. Новокаменный век (неолит) был периодом перехода от присваивающего труда (собирательство, охота) к производящему труду (земледелие, скотоводство). Каменные орудия шлифовались, сверлились, появились прядение, ткачество. Для неолита лесной зоны рыболовство становится одним из ведущих видов хозяйства. Активное

рыболовство способствовало созданию определённых запасов, что в сочетании с охотой на зверя давало возможность перейти к осёдлому образу жизни. В это время начинают строиться города. Одним из самых древних городов считается Иерихон. Некоторые города были хорошо укреплены, что говорит о существовании в то время организованных войск. Стали создаваться армии, состоявшие из профессиональных воинов. Появились социальное расслоение, разделение труда, новые технологии в сельском хозяйстве, ремесле и т.д. Можно сказать, что с эпохой неолита связано начало формирования древних цивилизаций. Исторические изменения, которые произошли в период неолита, характеризуются как неолитическая революция.

В настоящее время, как и раньше, в трактовке сути и смысла этой революции встречаются разные, а порой и прямо противоположные взгляды. Некоторые исследователи стремятся всеми способами дискредитировать её роль в утверждении труда как одного из важнейших источников создания средств выживания и прогресса общества, но всё же и они признают, что путь этой революции проходит через гряду великих изобретений и фундаментальных открытий в истории человечества. Речь идёт о таких великих достижениях, как: 1) знакомство с колесом; 2) изготовление керамики; 3) строительство крупных сооружений; 4) зарождение металлургии; 5) появление земледелия; 6) возникновение скотоводства; 7) изобретение плуга, появление прядения, ткачества и т. п.

Все эти достижения входят в комплекс революционных нововведений *эпохи неолита*. Более того, именно они и явились материальной базой неолитической революции и предопределили возникновение древней цивилизации, ещё больше отдалившей человека от природы.

Завершалась не просто эпоха, а долгая полоса развития, когда для *homo sapiens*, как и для его предка *homo habilis*, именно природа была и главным источником средств существования, и двигателем биологического прогресса. Но особенно важно следующее: **неолитическая революция провела чёткую грань между локальными группами охотников и собирателей и пришедшими им на смену земледельцами и скотоводами.** Следует напомнить, что главным достижением революции была вовсе не новая техника обработки каменных орудий, хотя именно она дала название эпохе неолита, а переход от присваивающего хозяйства (охота, рыболовство, собирательство) к производящему, то есть земледелию и домашнему скотоводству с осёдлым образом жизни. Эта неолитическая революция – важнейший рубеж в становлении человека, человеческого общества и его трудовой деятельности. Принципиально изменялось всё.

С конца VI тыс. и, во всяком случае, со второй половины V тыс. до н.э. общество начинает переходить на новую ступень развития, гораздо более сложную в социальном и политическом отношении, которую определяют как *"военную демократию"*. Появляются центры, координирующие экономическую, социальную и религиозную деятельность. Возникает возможность организации в широком масштабе общественных работ, таких, например, как сооружение укреплений, создание ирригационных сооружений, святилищ и храмов, больших каменных построек. Общины начинают специализироваться в

зависимости от природных богатств и других преимуществ. Более высокий уровень специализации наблюдается и внутри общины. Население значительно возрастает и переходит критический рубеж, которым определяется племенной уровень социального развития. Границы территории общины делаются более чёткими, что вместе с ростом населения увеличивает возможность столкновений между общинами. Война становится важной составляющей жизни общества. Свидетельства тому многочисленны – и укреплённые поселения, и повышение роли вооружения, прежде всего наступательного, – появление боевых топоров, сначала каменных шлифованных, а затем и медных; кремниевых и медных кинжалов, распространение луков и стрел, пращей, копий и дротиков. К этому времени оружие стало обязательной принадлежностью могильного инвентаря в мужских погребениях.

**Энеолит.  
Возникновение  
металлургии**

Очевидно, что конец III и начало II тысячелетия до н.э. был важным периодом в развитии индоевропейских народов (к которым принадлежат и славяне), крупные миграции которых происходили, вероятно, около этого времени. Возможно, что и хетты, чей язык связан с индоевропейской языковой семьей, прошли по черноморским степям, вступив в них с востока, следуя к Босфору и Малой Азии. Хотя неолитические общины Европы VI-V тыс. в основном сами удовлетворяли свои основные потребности в продуктах питания, материалах для изготовления орудий труда и оружия, одежде и украшениях, тем не менее, археология располагает свидетельствами довольно оживлённого обмена в это время. Основным предметом обмена в неолитическом обществе Европы, видимо, были различные породы поделочного камня, высококачественное сырьё для изготовления орудий труда, прежде всего обсидиан, и те породы, которые предназначались для шлифованных орудий. Ценность обмениваемого продукта или изделия зависела от многих факторов: места происхождения, веса, удалённости от какой-либо общины, редкости в новой местности, статуса семейства, вовлечённого в обмен. Многие изделия из неместного сырья, вероятно, приобретали ритуальные либо церемониальные функции или же использовались для выражения различий в социальном статусе.

Первые шахты по добыче кремня и красящих веществ в Европе появились уже в палеолите. В *энеолите*<sup>1</sup> использование шахт приобрело гораздо более крупные масштабы. С их помощью добывали не только высококачественный кремень и другие породы камня, но и металлические руды, в первую очередь медные. В качестве орудий труда применялись кирки, сделанные из прочных рогов, и каменные молоты. Опыт, накопленный при добыче кремня в шахтах, был использован и при добыче медной руды. Шахты (рудники) отрывали сверху, а затем уже следовали жилам руды, которую добывали теми же роговыми кирками и каменными молотами, что и кремень.

---

<sup>1</sup> (медно-каменный век) - переходный период от каменного к бронзовому веку (4-е - 3-е тыс. до н.э.). Преобладают орудия из камня, появляются медные.

**Овладение искусством металлургии ознаменовало собой новую стадию развития человеческой цивилизации.** Её значимость вряд ли может быть переоценена. Металлургия развилась изначально в древних центрах культуры – Египте и Месопотамии – в IV тысячелетии до н.э. Отсюда технология плавления иковки металлов распространялась по транскавказской территории и Малой Азии, а также далее на север и запад, первоначально очень медленно.

Металлургия меди, видимо, развивалась с середины V тыс., – сначала на Балканах, затем на юге Восточной и Центральной Европы. Древнейшие крупные изделия из меди – кованые и литые топоры, плоские и проушные, делались из чистой меди с естественными примесями. Медные топоры отливали в открытых формах, законченный вид им придавали путём горячейковки. Некоторые изделия из меди в трипольской культуре сделаны с применением сварки при температуре 350-400°.

В энеолите Юго-Восточной Европы широко развилось *текстильное производство*. Об этом говорят многочисленные пряслица для веретён и остатки вертикальных ткацких станков, на которых изготавливались в первую очередь шерстяные ткани. Об одежде можно судить по многочисленным антропоморфным фигуркам, украшенным нарезным или расписным орнаментом, передающим фасоны, рисунки на тканях и украшения. Находки специфических орудий свидетельствуют о развитости обработки кожи. И текстильное производство, и кожевенное дело уже выходят за пределы домашнего производства в силу необходимой специализации и становятся ремеслом. *Керамическое производство* также, видимо, постепенно выделяется в особое ремесло в рамках общины. В культуре Варна<sup>2</sup>, например, использовался уже гончарный круг, а высококачественная парадная посуда стала объектом межрегионального обмена.

*Глубокие изменения в эпоху неолита затронули не только формы хозяйствования, но и религию, что, несомненно, отразилось в искусстве.* В языческой религии сформировались два принципиально отличных типа верований. Земледельцы имели постоянное жильё, а земля и скот составляли их имущество. Женщины были хранительницами дома, очага. Первоначально именно они занимались селекцией растений, поэтому благодатная почва отождествлялась с плодородием в образе женщины. Фигурки Великой Матери стояли во всех жилищах земледельцев. Пастухи-кочевники, напротив, поклонялись мужскому началу — богу, воплощавшему силы самца животного, чаще всего в образе быка. Понятие патриархата антропологи прочно связывают с древневосточными цивилизациями.

**Эпоха патриархата — время разложения первобытного общества и формирования ранних государств (VI-IV вв. до н.э.).** Иными словами,

---

<sup>2</sup> Варна – одно из наиболее древних поселений Болгарии. Кремневые и мезолитные предметы, принадлежавшие первым поселенцам на этих землях, найденные в ходе археологических раскопок, насчитывают 12 тысяч лет.

феномен государства и феномен патриархата настолько тесно связаны между собой, что оторвать их друг от друга просто невозможно. Оба они стали плодами культуры и признаками древних цивилизаций.

*Главным достижением неолита* был переход от присваивающего хозяйства к производящему, то есть земледелию и домашнему скотоводству с осёдлым образом жизни. За время этого перехода техника поднялась в своём развитии от стадии умения до уровня ремесла.

*Другим важнейшим рубежом в становлении человека, человеческого общества* и его трудовой деятельности стал переход от первобытно-общинного строя к классовому обществу и государству. В Греции этот переход явился результатом социальной революции VII–VI вв., уничтожившей остатки родового строя. Общественный переворот ознаменовал собой революцию и в области мышления, а именно возникновение античной науки в виде натурфилософии.

### **Техника и научные знания цивилизаций Древнего Востока**

Неолитическая революция создала условия для появления первых государств. Особую роль в этом процессе сыграло поливное земледелие. Не случайно центры зарождения первых государств в Старом Свете – бассейны великих рек: Нила, Тигра и Евфрата, Инда и Ганга, Хуанхэ. С одной стороны, ирригация значительно повышала производительность труда и позволяла выделить в обществе значительные слои людей, свободных от земледельческого труда (ремесленников, торговцев, воинов, жрецов, чиновников), а с другой – требовала согласованной организованной работы большого числа людей. По мере развития ирригационных систем они постепенно выходили за рамки отдельной общины. Возникла потребность в единой ирригационной системе, обеспечить функционирование которой могло только государство.

Появившиеся на рубеже III–IV тыс. до новой эры первые государства проводят значительные ирригационные работы, сооружают каналы и плотины, создают искусственные озёра. Некоторые из таких проектов представляли собой решение сложных инженерных задач, например, постройка Фаюмского канала в XIX в. до н. э. в Египте, значительно расширившая площадь орошаемых земель, постройка 400-километрового канала Паллукат в VI веке до нашей эры в Месопотамии (приведшего впоследствии к экологической катастрофе). Изобретение в начале II тыс. до нашей эры в Древнем Египте шадуфа (колодезного журавля, т.е. рычага с противовесом, позволяющего легко поднимать грузы) позволило расширить зону орошаемого земледелия на более высокие участки местности.

Появление государства привело к развитию строительных технологий: возведение величественных построек было демонстрацией богатства и влияния правителя, знаком его престижа. Многие из сооружений эпохи Древнего Востока сохранились до наших дней и до сих пор поражают воображение туристов. Важнейшим строительным материалом был кирпич-сырец. С III тыс. до нашей эры применялся также и обожженный кирпич (изобретён в V тыс. до

нашей эры в Месопотамии), в основном для облицовки зданий. Для изготовления кирпичей использовались стандартные формы. В крупных городах Месопотамии из кирпичей сооружались многоэтажные дома.

В Древнем Египте строители достигли больших успехов в использовании камня. Многие технологии древних египтян, позволявшие им добывать, транспортировать и использовать в строительстве гигантские каменные блоки, возводить из них грандиозные сооружения (например, пирамиды в Гизе) до сих пор остаются загадкой.

На Древнем Востоке, как и в эпоху неолитической революции, широко применялись орудия труда из камня. Но наряду с ними появляются и орудия труда из металла. К моменту образования первых государств уже были известны методы плавки меди и изготовления из неё орудий. В III тыс. до нашей эры в Египте медную руду начали добывать шахтным (подземным) способом. Но этот металл был слишком мягким, что серьёзно ограничивало его использование. Правда, технология холоднойковки позволяла изготавливать из него очень острые орудия труда, например, пилы, пригодные даже для резки камня. В IV тыс. до нашей эры появляются орудия труда и оружие из бронзы (сплава меди и олова или мышьяка). Древние металлурги осваивают способ литья по восковой модели. Революционным открытием стало начало производства железа (в конце II тыс. до нашей эры в Закавказье). Хотя использовался довольно примитивный и трудоёмкий сыродутный процесс, требовавший после плавки руды в печи (при недостаточно высокой температуре, чтобы расплавить железо и удалить шлаки) длительную кузнечную обработку крицы, новый материал быстро нашел своё применение, особенно в военном деле. В VIII веке до н.э. в Урарту и Ассирии начинают массово применяться железные мечи и доспехи, что привело на короткий срок к превращению последней в сверхдержаву. По мере распространения и совершенствования сыродутного процесса из железа начали изготавливать также орудия труда.

Спецификой государств Древнего Востока была огромная роль в экономике храмовых хозяйств, охватывавших большую часть, а порой и всю плодородную землю. Храмовые хозяйства были основной экономической опорой государства и ключевым звеном в организации ирригационных работ. Обычным явлением было существование при храме школы, в которой готовили будущих жрецов и чиновников. Следует особо подчеркнуть, что *храмы Древнего Востока были центрами накопления и передачи знаний.*

Крупные владения храмов нуждались в эффективных методах учёта и управления. Эта потребность в сочетании с духовными запросами жреческой элиты привела к появлению письменности, которая позволила записать священные предания и гимны, и одновременно вести подробную хозяйственную документацию. **Потребности жреческого хозяйства в учёте средств и точном измерении площади земли привели к развитию геометрии и математики, в том числе зарождению элементов алгебры. Появились позиционные системы счисления для записи чисел—десятичная в Египте и шестидесятиричная в Шумере.** Наследники шумеров, вавилоняне, умели решать квадратные уравнения с двумя неизвестными, знали «теорему

Пифагора», свойства подобных треугольников, умели вычислять объем пирамиды, составляли чертежи полей, рисовали карты, но не всегда соблюдали масштаб.

Для определения времени сельскохозяйственных работ был необходим календарь. Наиболее точный календарь был создан в III тысячелетии до н. э. в Египте. Он состоял из 12 месяцев по 30 дней. В конце года вставлялось 5 дополнительных дней. Этот календарь отличался от современного только отсутствием високосных лет.

Составление календаря было невозможно без астрономических наблюдений. Египтяне стали записывать положение звезд, объединили их в созвездия и создали первые звездные таблицы. Наблюдая положение звезд на ночном небе, египтяне научились определять время.

## 2. Наука и техника в Античном мире

Античный период охватывает историю Древней Греции (VIII в. до н.э. – сер. IV в. до н.э.), эллинистических монархий (сер. IV – сер. I в. до н. э.) и Древнего Рима (VIII в. до н.э. – V в. н.э.).

### **Философия и техника в Древней Греции**

Родоначальником европейской науки и философии многие считают Фалеса (ок. 625-547 гг. до н.э.), называя его «первым математиком», «первым астрономом» и «первым физиком». Он считал, что объяснение природы следует искать не в религии, а в изучении реальной действительности. Конечно, он был одним из первых мыслителей своего времени, к тому же – строителем мостов, изобретателем технических усовершенствований военных средств, гидротехником и автором многих изобретений, но всё же, как нам кажется, звание родоначальника европейской науки надо связать с именем Аристотеля (384 – 322 гг. до н.э.). Его система является вершиной древней философии. В трудах мыслителя сосредоточился весь философский, а значит и весь познавательный опыт Эллады. Обобщая накопленные предшествующими мыслителями знания, Аристотель начал создание единой системы этого знания, то есть науки. Знание как таковое он разделил на *теоретическое* (чистое познание, т.е. ведущееся ради него самого), *практическое*, дающее необходимое знание и идеи для повседневной деятельности и поведения человека, и *творческое*, где познание направлено на достижение пользы или осуществление чего-либо прекрасного.

**Как специфический род бытия наука отличается, по мнению Аристотеля, тремя основными чертами: доказательностью, способностью объяснения и многообразием в единстве.** Единство науки означает, прежде всего, что различные предметы знания относятся к одному и тому же роду, составляющему общий предмет исследования – "бытие". А так как оно включает в себя различные виды, оставаясь в то же время единым, то и наука является не просто суммой совершенно разнородных знаний, а как бы иерархией знаний, определяемой характером предмета их исследований. Наибольшее достоинство и наивысшее положение Аристотель отводит *теоретическим* наукам, так как они дают знание начал и причин. Цель этих

наук – знание само по себе, искомое не ради практической цели, но всё же они создают условия для развития *практических* наук. Теоретические науки обуславливают правильное руководство практической деятельностью, которая в свою очередь является условием совершенного творчества (*poietika*).

Аристотель внёс большой вклад в изучение такого сущностного явления природы, как *движение*. Движение он считал непосредственным фактом, само собой разумеющимся и бесспорным. Это есть не что иное, как способность природных тел к перемещению и изменению. Оно вечно и поэтому вопрос о его происхождении ставить бессмысленно. Движение, по его мнению, всегда связано с соответствующей *энергией*. Аристотель был первым, кто ввёл в науку это понятие.

Великий греческий мыслитель также наметил пути научного образования понятий, то есть формирование научного знания, которое свободно от ограниченности чувственного материала, преодолевает несовершенство воображения и открывает истину в её высших и последних основаниях. Научное знание он характеризует как «достоверное, логически доказуемое, всеобщее и необходимое». В работах Аристотеля берёт своё начало и *логика* как особая систематическая наука о правильном мышлении, которая содействовала научным открытиям и творческому познанию бытия.

К числу важнейших произведений Аристотеля относятся психологические трактаты, которые дают основание считать его основоположником науки психологии. Его исследование "О душе" стало основным материалом и источником при изучении психических явлений в течение многих последующих веков. Познание души, говорил он, способствует познанию всякой истины, особенно же познанию природы. Таким образом, он не только стал первооткрывателем важности предмета психологии как науки, но и предвосхитил понимание тесной её связи с естествознанием.

Признавая пространственное перемещение наиболее важным видом движения, Аристотель основывал на нём своё *учение о механике*, которое мы находим в его специальной работе "Механические проблемы". В ней он описал многочисленные простейшие машины и технические средства, применявшиеся в Греции того времени, подробно изучил рычаг, весы и клещи. Разобрал свойства клина, действие топора, законы вращения колеса экипажа, описал пращу, действие блока, руля и т.д.

В трактате "Метеорологика" Аристотель подвергает рассмотрению множество конкретных процессов и явлений природы, которые в наше время стали предметом изучения отнюдь не одной только метеорологии, но и многих других наук, в том числе таких, как астрономия, климатология, география, гидрология, сейсмология, физическая химия, физика твёрдых тел и другие. Аристотелевские объяснения этих процессов и явлений оказываются, как правило, неверными. Но всё же ошибочность его научных и философских концепций не лишает их интереса и в наше время, поскольку в них находит отражение определённый этап развития теоретического мышления вообще. "Метеорологика" явилась первой в истории европейской науки попыткой дать рациональное объяснение окружающего нас мира с точки зрения единой теоретической концепции.



В вопросе о происхождении жизни Аристотель придерживался концепции самопроизвольного зарождения. Им впервые поставлены проблемы эмбриологии, эта его работа и сейчас вызывает восхищение. *Разнообразные области знания благодаря трудам Аристотеля начали складываться в особые самостоятельные науки.*

Но в одном из разделов своих натурфилософских взглядов он остался всё же в отстающих, часто воспроизводя уже опровергнутые теории. Таким разделом явилось учение о Вселенной, её законах и движении. В ней он признавал Землю покоящимся центром, вокруг которого в определённом порядке вращаются планеты и звёзды. Его научный авторитет был настолько велик, что никто не обратил внимание на заявление его ученика Аристарха Самосского (около 310 — 230 гг. до н. э.), который уже вскоре после него высказал *идею гелиоцентризма*, утверждая, что Земля движется вокруг неподвижного Солнца, находящегося в центре сферы неподвижных звёзд. Аристарха не принимали всерьёз. Лишь спустя 18 столетий его теория получила дальнейшее развитие в трудах Н.Коперника.

*В IV в. до н.э. в Греции начинается кризис полиса как характерного для античного мира типа государства, и наблюдается распад сложившихся экономических связей.* Именно в это время, в 341 г. до н.э., родился один из крупнейших мыслителей античного мира, продолжатель материалистической линии в философии эллинистической эпохи – Эпикур (341 – 270 гг. до н.э.), согласно которому для того, чтобы стать счастливым, человек должен познать законы природы, ибо без «естествознания нельзя приобрести неомрачённые наслаждения».

Современником Эпикура был великий геометр Евклид, который родился предположительно в 330 году до н. э. в небольшом городке Тире, недалеко от Афин. Знаменитое произведение "Начала" сделало его имя бессмертным. Имеется легенда о том, как однажды царь Птолемей спросил Евклида, существует ли другой, не такой трудный путь познания геометрии, как тот, который он изложил в своих "Началах", тот ответил: "О, царь, в геометрии нет царских дорог". Вторым после "Начал" сочинением Евклида обычно называют "Данные" – введение в геометрический анализ. Евклиду принадлежат также "Явления", посвящённые элементарной сферической астрономии, "Оптика" и "Катоптрика", небольшой трактат "Сечения канона" (содержит десять задач о музыкальных интервалах), сборник задач по делению площадей фигур "О делениях" (дошёл до нас в арабском переводе). Изложение во всех этих сочинениях, как и в "Началах", подчинено строгой логике, причём теоремы выводятся из точно сформулированных физических гипотез и математических постулатов. Много произведений Евклида утеряно, об их существовании в прошлом нам известно только по ссылкам в сочинениях других авторов. "Начала" Евклида – образец дедуктивного изложения геометрии, алгебраические выводы сделаны в геометрическом стиле. Умер великий математик "всех времён и народов" между 275 г. и 270 г. до н. э. Впоследствии

геометрия развивалась, были созданы геометрии, отличные от евклидовой, геометрия стала экспериментальной наукой в физике. Но истоком этого развития явились труды великого Евклида.

Архимеда (287-212 гг. до н.э.) ***справедливо считают основоположником математической физики.*** С его именем связывается введение понятия центра тяжести, открытие законов рычага и разработка основ гидростатики. Известно, что он занимался и геометрической оптикой, хотя его работы в этой области до нас не дошли. Для древних греков физика была целостным учением о мире и считалась частью философии. Её практические стороны, такие, как механика, относились к прикладным дисциплинам. Математика хотя и применялась, но от неё не требовали ни строгости, ни полноты описания явлений.

Подчеркнём, что ***Архимед первым подошёл к решению физических задач*** с широким применением математики. Первым открытием Архимеда в механике было введение понятия центра тяжести, т.е. доказательство того, что в любом теле есть единственная точка, в которой можно сосредоточить его вес, не нарушив равновесного состояния. Он решил ряд задач на нахождение центров тяжести различных геометрических фигур: треугольника, параллелограмма, конуса, сегмента параболы. Им также был открыт важный принцип построения многоступенчатой передачи. Открытие состояло в нахождении закона определения общего «выигрыша в силе», достигаемого с помощью механизма, состоящего из последовательно соединённых передач. Этот закон можно сформулировать так: общее передаточное отношение многозвенного механизма равно произведению передаточных отношений его звеньев.

Архимед вывел также законы гидростатики для идеальной жидкости, описав её свойства. Если говорить об учёных, опередивших своё время, то Архимед, вероятно, может считаться своеобразным рекордсменом. Его идеи нашли продолжателей лишь через 1800 лет. Предложенное Архимедом направление в науке – математическая физика, которую он провозгласил и в которой так много сделал, не была воспринята ни его ближайшими потомками, ни учёными средневековья. Математический подход к проблемам физики утвердился лишь в трудах Галилея и Ньютона при разработке законов динамики – главного достижения классической механики.

Архимед был одним из последних крупных естествоиспытателей древнего мира и в то же время первым учёным-инженером, труды которого положили начало выделению естественных наук в самостоятельную область. По достоинству его работа была оценена лишь в эпоху Возрождения.

Во II веке н.э. александрийский астроном Птолемей (ок. 90 – ок. 160 н.э.) выдвинул свою "систему мира". Считая Землю шарообразной, а размеры её ничтожными по сравнению с расстоянием до планет и тем более звёзд, Птолемей вслед за Аристотелем утверждал, что Земля – неподвижный центр Вселенной. Его система мира была названа геоцентрической.

Главный труд Птолемея ***«Математическая система»*** определил дальнейшее развитие астрономии на последующую тысячу с лишним лет. Греческий оригинал книги был утерян, поэтому она дошла до нас под арабским латинизированным названием ***«Альмагест»***. Согласно Птолемею, каждая планета движется равномерно по малому кругу – эпициклу, центр которого

равномерно скользит по окружности большого круга – деферента. При этом Земля находится на некотором расстоянии от центра деферента. Система мира Аристотеля – Птолемея считалась современниками правильной. Таблицы, составленные Птолемеем, позволяли определить заранее положение планет на небе. Но с течением времени астрономы обнаруживали расхождение наблюдаемых положений планет с предвычисленными. Такое положение дел объяснялось тем, что система мира Птолемея просто недостаточно совершенна и, пытаясь устранить её недостатки, для каждой планеты вводились всё новые и новые комбинации круговых движений. Так продолжалось вплоть до XV века.

### **Наука и техника в Древнем Риме**

В 146 г. до н.э. римляне наносят поражение Ахейскому союзу и подчиняют Грецию. В познавательном отношении греки стояли гораздо выше римского общества. Хотя римляне многое взяли у греков (блестящие технические и научные достижения), однако в Древнем Риме наука не получила столь же существенного развития, как в Греции. В чём же дело? По этому поводу было высказано достаточно много интересных мыслей относительно исчерпавшего свои возможности рабовладельческого способа производства в Древнем Риме, но правы также и те, кто связывают такое положение дел с тем, что на протяжении всей своей истории Римская республика, а затем империя находилась в состоянии почти непрерывных войн. Захватнические войны сменялись гражданскими, то и дело вспыхивали восстания, в то время как греки вели относительно мирный образ жизни.

Бесперывные войны с необходимостью привели Древний Рим к милитаризации хозяйственной жизни и общественного быта. Считается, что именно милитаризация сыграла в застое римской науки решающую роль. В то же время в техническом отношении здесь наблюдаются отдельные успехи, особенно в строительстве зданий и прокладке дорог. Римские здания не только возводились быстро, но и отличались необычайной прочностью. Их цемент, обыкновенно приготовляемый весьма тщательно, с течением времени всё более и более твердел. Благодаря этому, всё здание становилось как будто вылитым из одного цельного монолита, даже в настоящее время, по прошествии стольких веков, стена древнеримской кладки не распадается на куски, и нужно употребить очень большие усилия, чтобы разбить её.

Особое место занимали римские дороги, которые были вымощены камнем и сохранились до нашего времени. Первой из сети дорог, позднее покрывших всю Италию, была так называемая Аппиева дорога, построенная в IV-III вв. до н.э. В республиканскую эпоху начинается также постройка мощных мостов и акведуков, своеобразных водопроводов, подающих воду в Рим и другие города Италии. Так, акведук Аппия Клавдия был построен в 311 г. до н.э., и протяжённость его составляла 16,5 км.

В строительных работах принимала участие и римская армия, ставшая при *Августе (63 г. до н.э.-14 г. н.э.)* постоянной, легионы которой не распускались после походов, как в период республики. В легионах Август ввёл старую

римскую систему воспитания и обучения. Кроме военных упражнений, солдаты обязаны были выполнять многочисленные строительные работы. Они возводили лагерные постройки и укрепления, строили дороги, мосты, водопроводы, сооружали пограничные укрепленные линии и следили за их сохранностью. Одежда, оружие и боевая техника, выдаваемые государством, чинились в особых лагерных мастерских.

*Во времена Августа проявляется интерес к техническим проблемам, вызванный интенсивным строительством и развитием техники вообще. Ярким примером тому служит знаменитый труд архитектора Марка Витрувия Поллиона "Об архитектуре" в 10-ти книгах. Содержание труда Витрувия шире его заглавия, так как книга посвящена не только архитектуре в собственном смысле слова (книги 1 - 7), но и прикладной механике. Так, Витрувий дает описание подъёмных механизмов (полиспастов), приборов для поднятия воды (тимпанов), для измерения расстояния, пройденного экипажем (тип современного таксометра) и др. Уроженец Понта, грек Страбон (66 г. до н. э. - 24 г. н. э.) написал на греческом языке, в значительной степени на основе собственных наблюдений, "Географию" в 17-ти книгах. Она дошла до нас почти полностью и служит одним из главных источников наших знаний о географических представлениях тех времён.*

Итак, в древности были получены первые сведения об электрических и магнитных явлениях. Однако взгляды на природу оптических и электромагнитных явлений продолжали оставаться примитивными и далёкими от их научных объяснений ещё долгие годы.

Важнейшим шагом вперёд к формированию активного, преобразующего отношения человека к миру стало выделение науки в самостоятельную сферу культуры, произошедшее в античном мире. Но слабая связь науки с практической деятельностью затрудняла дальнейшее движение по этому пути.

### **3. Научные знания и технические достижения европейского Средневековья**

**Средневековье как историческая эпоха** Европейским средневековьем называют эпоху господства в Западной и Центральной Европе феодального экономического и политического строя и христианского религиозного мировоззрения, наступившую после крушения античности. Термин «Средние века» (лат. *medium aevum*) был впервые введён итальянским гуманистом *Флавио Бьондо (11392-1463)* в работе «Декады истории, начиная от упадка Римской империи», которая датируется 1483 годом. До этого доминирующим термином для обозначения периода со времени падения Западной Римской Империи до Возрождения было введённое *Франческо Петраркой (1304-1374)* понятие «Тёмные века», которое означало более узкий период времени. Но после Бьондо хронология средневековья заметно меняется.

*Если его началом по-прежнему считают падение Западной Римской*

*Империи в 476 году, то относительно окончания этого периода у историков нет единого мнения. Одни предлагают считать таковым падение Константинополя (1453 г.), другие – открытие Америки (1492 г.), иные – начало Реформации (1517 г.), начало Английской революции (1640 г.) или даже Великой Французской революции (1789 г.).*

В узком смысле слова термин «Средневековье» применяется только по отношению к западноевропейским странам. В этом случае он подразумевает ряд специфических особенностей религиозной, экономической и политической жизни: феодальная система землепользования (феодалы-землевладельцы и феодально зависимые крестьяне), система вассалитета (отношения, связывающие сеньора и вассала), политическая власть Церкви (инквизиция, церковные суды, существование епископов-феодалов), идеалы монашества и рыцарства (сочетание духовной практики аскетического самосовершенствования и альтруистического служения обществу), расцвет средневековой архитектуры – готики. В более широком смысле данный термин может применяться к любой культуре, но в этом случае он обозначает преимущественно хронологическую принадлежность и не указывает на наличие вышеперечисленных особенностей западноевропейского средневековья, который часто изображают как период регресса по сравнению с античностью.

В действительности же упадок коснулся в основном только изящных искусств. ***В области же техники наблюдался значительный прогресс:*** появилась более совершенная конная упряжь и повозки с поворотной осью, стремена у всадников, ветряные мельницы, шарнирный руль на кораблях, доменные печи и чугун, огнестрельное оружие, книгопечатание. *В средние века началось организованное профессиональное обучение в виде университетов, формирование выборно-представительных органов в виде парламента, генеральных штатов, кортесов и т. д.* Да и сами многие современные государства сложились именно в средние века: Англия, Испания, Польша, Россия, Франция и др.

### **Развитие техники в эпоху средневековья**

Не зря ведь процесс, начавшийся в конце I тысячелетия нашей эры и продолжавшийся до XVI века, некоторые историки называют «промышленной революцией». В Италии техническое возрождение началось в результате коллективного стремления к защите и самосохранению в борьбе против вторжений венгров и сарацинов. Внутри стен городов появились средневековые ремесленники, искусные и деятельные, для которых жизнь слилась с трудом, а труд приобрёл благородную окраску, не известную античности. Уже в X веке стали подковывать тягловый скот, что позволило использовать в сельском хозяйстве лошадей и решило вопрос обработки каменистых почв; в результате оживилось земледелие.

В XI веке древний шейный хомут в сбруе лошадей и быков заменили плечевым хомутом, который позволил в четыре раза увеличить силу тяги упряжки. Также в этом столетии началось совместное использование нескольких тягловых животных, обеспечившее такое увеличение энергии, какой до тех пор человечество не знало. Это позволило, в свою очередь, ввести новый тип плуга – колёсного, более тяжёлого, чем прежний, с более удобными

лемехами, глубже проникающими в почву и лучше её взрыхляющими.

Водяные и ветряные мельницы, которые уже в первоначальном виде в XI и XII веках обладали мощностью в 40-60 лошадиных сил, до конца XVIII века определяли характер технических сооружений. Этот новый источник энергии в первой половине XIII века дал мощный толчок развитию металлургии. В старинных печах воздух нагнетался мехами, которые приводились в движение силой человека, что не позволяло достичь высокой температуры плавления железа (выше 1500°C). В XIII веке мехи стали приводить в движение водой; это позволило получить высокие температуры, при которых можно было выплавлять чугун, помещая в печах чередующимися слоями древесный уголь и железную руду. В XVI веке высота доменных печей достигала уже шести метров и чугун нашёл самое разнообразное применение (пушки, снаряды, печи, трубы, чугунная посуда, плиты). Запросы новой жизни отразились на всех формах труда: в *оживлении* стекольного мастерства, начавшегося в X веке с изобретением цветных стекол, в *развитии* ткачества – с появлением новых сукновальных и ткацких машин; в *изобретении* печатного станка (первое сохранившееся до нашего времени издание датировано 1445 г.); в *новой архитектуре*, вынужденной отказаться от монолитных римских конструкций в пользу более лёгких – романских, готических, что поставило новые проблемы перед статикой; в *применении* огнестрельного оружия, что поставило новые задачи перед динамикой; в *грандиозных* гидравлических работах, предпринятых в Голландии для осушения территорий, заливаемых водами моря, с применением насосов различных типов; в *судоходстве* – с непрерывным ростом водоизмещения кораблей, усложнением парусной оснастки, появлением морских лоций (XIII век) и компаса, изобретением вертикального штурвала с рукояткой, что позволило отказаться от каботажного плавания и выходить в открытое море и т.д.

### **Средневековая наука**

*Успешное развитие ремёсел не определяет эволюцию научного знания того времени. Теоретические представления, складывающиеся в*

*достаточно стройную систему в рамках средневекового мышления, в пору зрелого Средневековья обретают самостоятельный статус. В то время как схоластическая наука ограничивалась пассивным созерцанием мира, мореплаватели, архитекторы, строители, стекольщики, ткачи, литейщики, горняки, ремесленники всех специальностей овладевали богатствами природы и улучшали условия жизни людей.*

*На протяжении всего Средневековья рядом с наукой, замкнутой в своей книжной культуре, происходило параллельное развитие техники, что отражалось в ином мировоззрении и было способно создать новое понимание культуры. Когда в эпоху Возрождения оба течения соприкоснулись, переплелись и, в конце концов, слились воедино, возникла новая наука со своим новым идеалом человека, который уже не был ни чуждающимся труда учёным, ни невежественным эмпириком, ни человеком sine artificio sciens autignarus artifex (знающим, но не творящим, или творящим,*

но незнающим), как говорил Порта<sup>3</sup> в первом издании своей «Натуральной магии», но человеком, который делает, чтобы знать, и знает, чтобы делать.

#### 4. Естествознание и развитие техники в эпоху Возрождения

##### **Историческое значение эпохи Возрождения**

Эпоха Возрождения (середина XIV – начало XVII вв.) – это первая фаза перехода от феодализма к капитализму, период первоначального накопления капитала, смены средневековой культуры новой гуманистической культурой, с присущей ей интересом к человеческому разуму, восстановлением, возрождением античных ценностей, верой в возможности человека. Опять же обращаем внимание, что, говоря об этой эпохе, мы имеем в виду, прежде всего, города северной Италии, в которых ярко проявляются все характерные черты этой фазы. **XVI век в историю Западной Европы вошёл под именем эпохи Реформации.**

В эпохе Возрождения можно выделить два основных этапа:

- 1) *ранний «гуманитарный» — середина XIV – XV вв.;*
- 2) *поздний — XVI – начало XVII вв., для которого характерно преобладание естественно-научных интересов.*

К началу Возрождения вся средиземноморская торговля и все сношения с Востоком находились в руках итальянских купцов. В Европе славились итальянские промышленные изделия, в особенности сукна, шелка, хлопчатобумажные ткани, оружие и стекло. Невиданного прежде размаха достигли денежное обращение, кредит и банковские операции. Сами термины «банкир», «ломбард», «кредит» и т.п. – итальянского происхождения. В Италии раньше, чем в других странах, развилось капиталистическое производство, а в политическом отношении она была разделена на пять сравнительно крупных государств: Венеция, Флоренция, Рим, Милан и Неаполитанское королевство. Особенно важную роль в истории Возрождения сыграла Флоренция. Здесь впервые появились предприятия капиталистического типа. Флорентийские богачи были общепризнанными мировыми банкирами, снабжавшими в долг западноевропейских феодалов и даже королей.

Растущее богатство крупных итальянских торговых городов, рост индустриального производства меняли весь уклад и облик городской жизни. Воздвигались величественные административные и общественные здания, роскошные дворцы богачей, наполненные картинами и статуями. В это время в Италии неслыханного расцвета достигло искусство. Здесь жили и работали такие великие творцы, как Данте Алигьери (непосредственный предшественник Возрождения), Петрарка, Джованни Боккаччо, Леонардо да Винчи, Савонарола, Микеланджело Буонарроти, Эразм Роттердамский, Рафаэль Санти, их младшими современниками были Франсуа Рабле («Гаргантюа и Пантагрюэль»), Уильям Шекспир, Мигель Сервантес и многие другие.

**Настоящая техническая революция потрясла в период расцвета**

---

<sup>3</sup> Порта Джиованни Баттиста (между 3-15.X 1535-4.II 1615) - итальянский ученый, дал четкое описание камеры-обскуры и усовершенствовал ее (1558), применив собирательную линзу. В 1560 организовал в Неаполе первую физическую академию - Академию тайн природы.

**Возрождения (XV в.) ведущие отрасли производства.** Внедрение самопрядки, педального ткацкого станка, мельничного наливного колеса, освоение доменного металлургического процесса, появление печатного станка, широкое применение компаса и пороха были существенными признаками этой революции.

Европа начала движение по выходу из Средневековья, возглавляемое городской буржуазией, развитие которой стало уже несовместимо с феодальным строем. Первые буржуазные революции происходили под девизами реформационных движений. Нидерландская революция (1585-1609) носила к тому же характер национально-освободительного восстания против испанского владычества. Её успех создал условия для мощного подъёма мысли, искусства, науки и техники в Голландии, ставшей убежищем для передовых мыслителей различных европейских стран и занявшей место международного научного центра того времени.

Значительным шагом вперёд по сравнению с нидерландской стала английская буржуазная революция (1642-1689). **Вместе с успехами буржуазии шёл гигантскими шагами рост науки.** Особенно важно то, что появился печатный станок, значительно расширивший её информационную сферу. Таким образом, симбиоз производства и науки начал давать впечатляющие результаты. Решающее значение в познании природы отводится уже опыту, а не схоластическим рассуждениям. Наука нужна была промышленности для решения многих конкретных проблем, связанных с физическими свойствами тел и различными проявлениями природных сил. Одновременно с этим промышленность, давая науке огромную массу новых механических, химических и физических фактов, сделала возможным создание новых инструментов наблюдения, и к тому же географические открытия, сделанные во многом благодаря развитию производства, предоставляли огромный материал в области астрономии, зоологии, ботаники, физиологии человека и др.

## **Наука эпохи Возрождения**

В эпоху Возрождения появляется целая плеяда выдающихся мыслителей-учёных, среди которых блистает гений великого *Леонардо да Винчи (1452-1519)*. Опыт и математика – единственные основы для построения научной системы, подчёркивает он. Никакой достоверности в науке нет там, «где нельзя приложить ни одной из математических наук, и в том, что не имеет связи с математикой».<sup>4</sup> Поэтому механика для него – важнейшая опора для понимания причинных связей, ибо она есть рай этих наук. ***С именем Леонардо да Винчи связан целый ряд выдающихся, далеко опередивших свой век технических изобретений.*** Здесь и парашют, и вертолёт, усовершенствование токарного станка и самопрядки, изобретение ряда физических приборов и механических приспособлений, в том числе и к орудиям военного назначения, что вызывалось запросами самой жизни. Бесконечные внутренние и внешние войны, потрясавшие Италию того времени, выдвигали эти запросы.

Трудно переоценить научный вклад Леонардо в области астрономии, анатомии, геологии и архитектуры, не говоря уже о его бессмертных

---

<sup>4</sup> См. История философии. ОГИЗ Госполитиздат.1941. С. 61.



художественных творениях. Леонардо можно считать одним из провозвестников будущей научной революции, но, к сожалению, его методологические идеи остались неизвестными его современникам и не разделялись ими.

Век великих открытий не только расширил географические знания европейцев, но и дал толчок развитию картографии, стимулировал интерес к астрономии. Правительства Испании, Португалии, Англии и Голландии давали большие премии за разрешение астрономических вопросов, связанных с мореплаванием, в частности за способ определения долготы. Открытие новых частей света вело к знакомству с новыми созвездиями. Начиная с XVI в. астрономия стала развиваться семимильными шагами. Астролябии были известны ещё в IX в. как арабские инструменты, но позднее их стали изготавливать в европейских мастерских, хотя и по арабским образцам. В XVI веке их стали делать на основе собственных расчётов, чтобы применять и в европейских широтах.

В 1582 г. католическая церковь провела реформу календаря с целью восстановления даты весеннего равноденствия – 21 марта. Автор проекта реформы был итальянский врач, математик и астроном Алогий Лилио, но введённый календарь назван «григорианским» по имени осуществившего эту реформу римского папы Григория XIII.

Ярким представителем блестящей плеяды итальянских натурфилософов был *Николай Кузанский (1401 – 1464)*. Видный церковный деятель, кардинал и богослов, рассуждавший о природе ангелов и богочеловеке, он в то же время усиленно и плодотворно работал над проблемами математики и естествознания, намного опережая свою эпоху. Для Кузанского математика – один из важнейших элементов процесса познания. «Мы ничего не имеем достоверного в нашей науке, – пишет он, – кроме нашей математики». *Леонардо да Винчи* в этом следовал ему.

Особую ценность в наследии Кузанского представляет его космология, в какой-то мере предварявшая идеи Коперника и Джордано Бруно. Согласно Кузанскому, Вселенная бесконечна и не имеет центра, Земля – это лишь одно из небесных тел, меньшее, чем Солнце, но большее, чем Луна. Крупный астроном и математик своего времени, Кузанский был ещё и выдающимся географом. Он создал первую карту Центральной и Восточной Европы.

Развитие науки в эпоху Возрождения создало предпосылки для Научной революции, которую принято относить к XVII веку, хотя первые её проявления можно найти ещё в предыдущем столетии.

## 5. Научная революция и технический прогресс в XVII веке

### Научная революция.

### Научный метод

Ключевой момент в истории науки, подготовленный её предшествующим развитием, – переворот в подходах к изучению мира, получивший название научная революция. Роль научной революции в формировании современной науки и развитии человеческой цивилизации

невозможно переоценить.

Началу научной революции предшествовала деятельность двух ученых: Николая Коперника (1473-1543) и Андрея Везалия (1514-1564). С именем Коперника связан переворот в области представлений о Вселенной. Он известен также как видный математик, врач и юрист, **всю свою жизнь посвятивший разработке гелиоцентрической системы мира**. Результаты его научных исследований были опубликованы в книге *«О вращении небесных сфер»*, изданной в 1543 г. в Нюрнберге на латинском языке. В ней на основании данных астрономических наблюдений была предложена концепция, альтернативная господствовавшей тогда геоцентрической системе Птолемея. Однако его гелиоцентрическая система мира ещё долго не получала признания в научном мире.

Подобная участь постигла и учение Везалия, изложенного в его трактате «О строении человеческого тела», где он внёс большое число поправок к существующим представлениям об анатомии. Его взгляды подверглись осуждению не только со стороны церковных кругов (считавших практику вскрытия трупов греховной), но и современных ему учёных, для которых была неприемлема сама мысль о том, что на основании опытных данных можно опровергнуть теории великих ученых прошлого.

Значение указанных работ выходит за рамки простого расширения представлений об устройстве солнечной системы или человеческого тела. Это был реальный вызов предшествующей науке, образец новой научной методологии. Дальнейшее развитие эта методология получила в XVII веке в трудах таких учёных, как Френсис Бэкон, Галилео Галилей, Иоганн Кеплер, Рене Декарт, что привело к возникновению науки современного типа. Новая наука опиралась не на суждения авторитетов прошлого (в этом её отличие от средневековой схоластики), не на логику и собственные умозрительные рассуждения (как античная философия), а на **изучение мира посредством наблюдений и эксперимента**. *Ценными с точки зрения научного изучения становятся количественно измеряемые показатели. В результате огромное значение приобретает математический аппарат, позволяющий правильно оперировать ими.*

В XVII веке возникают новые формы организации науки. Начинает формироваться научное сообщество. К этому времени относится появление самых ранних из существующих ныне обществ, объединяющих ученых. В 1662 году в Великобритании основывается «Королевское общество для развития знаний». В 1666 году при поддержке выдающегося государственного деятеля французского министра финансов Кольбера возникает Парижская академия наук. В 1665 году «Королевское общество» начало издавать первый научный журнал «Philosophical Transactions». Далее научные журналы появляются во Франции, Саксонии, Голландии. Публикация научных результатов перестает быть личным делом учёного.

Цель науки *Ф. Бэкон (1561-1626)* видел в познании материального мира. Всё, достойное существования, по его мнению, достойно и науки, которая есть не что иное, как отображение действительности. Он считал, что прочное здание науки нельзя построить, как это делалось прежде, ни на общих умозрительных

понятиях, ни на голом опыте. В основу научного знания должны быть положены отдельные вещи, существующие независимо от человеческого сознания. Для этого не подходит слепой стихийный опыт. Наука исходит из опыта, но не останавливается на нём. Поэтому надежда науки – в объединении ума и опыта, которое, как указывал Бэкон, всё ещё не достигнуто.

В XVII в. рождению новой науки весьма много способствовал *Г. Галилей (1564-1642)*, который, по словам Эйнштейна, преодолел антропоцентрическое и мифическое мышление своих современников и «вновь вернул им объективное и причинное восприятие космоса, утраченное с упадком греческой культуры».<sup>5</sup> Когда в 1610 г. вышла в свет книга Галилея «*Nuntius sidereus*» («Звездный посол»), то знающие люди говорили, что «Колумб открыл новый материк, Галилей же открыл новую вселенную». С помощью телескопа он сделал открытия, описанные в указанной книге. Галилей установил, что Луна всегда обращена к Земле одной стороной, что она покрыта горами, что Юпитер имеет четыре спутника. Ученый определил высоту лунных гор по величине их теней, вычислил время обращения спутников вокруг Юпитера и подал мысль пользоваться их затмениями для определения долготы на море.

Галилей приблизился к закону сложения сил и к принципу бесконечно малых величин. Большое значение для науки имело его понятие «момента», выражающее меру или количество движения какого-нибудь тела, определяемого массой и скоростью ( $mv^2/2$ ). Хотя он и не употреблял термина «инерция», но вплотную подошёл к этой существенной категории механики, нащупывая принцип сохранения механической энергии. В его время в механике господствовали умозрительные понятия, заимствованные из античной философии, такие как «естественные и неестественные места», «насильственные и естественные», «совершенные и несовершенные» движения. Широко распространены были представления, что движения разных тел подчиняются разным законам.

Галилей прославил свое имя открытием законов движения падающих тел (доказал, что ускорение свободного падения не зависит от массы тела), положил начало той части механики, которая называется динамикой, свёл движение к механическому перемещению и пытался установить его универсальные законы, став одним из основоположников **механицизма** (научный подход, который рассматривает Вселенную как гигантский механизм, а сложные природные процессы — как комбинации простейших причин, главная из которых — механическое движение). На примере движения корабля он вывел принцип относительности движения, показав, что механические явления протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчета. Это положение было названо **принципом относительности Галилея**. На современном научном языке этот принцип формулируется так: *законы механики инвариантны в отношении выбора инерциальной системы отсчета*.

Именно Галилей обосновал обязательность использования математического аппарата в физических исследованиях. Он полагал, что математика является единственным пригодным языком для описания физических законов, утверждал, что «книги природы написаны на языке

---

<sup>5</sup> Эйнштейн А. Соб. науч. тр., М, 1967, т. 4. С. 341

математики».

Коперник в своё время высказал предположение о том, что Солнце и планеты не разобщены между собой, как это казалось учёным ранее, а составляют единую, взаимосвязанную систему. Галилей разделял это мнение, а *И. Кеплер (1571-1630)* дал математическое обоснование их взаимосвязи. Ему принадлежит также честь открытия трёх основных законов движения планет, лежащих в основе современной астрономии. Именно после открытия Кеплером этих законов гелиоцентрическая система мира прочно утвердилась в науке и прикладной астрономии, так как стало понятно, что планеты движутся вокруг солнца не по круговым, а по эллиптическим орбитам. Это позволило рассчитывать движение планет с большей точностью, чем руководствуясь геоцентрической моделью мира Птолемея.

*Декарт*, латинизированное – *Картезий*, (1596—1650), французский математик, естествоиспытатель, философ, проживавший с 1629 г. в Нидерландах, заложил основы аналитической геометрии, дал понятия переменной величины и функции, ввёл многие алгебраические обозначения. Он сформулировал закон сохранения количества движения, дал понятие импульса силы. Был автором теории, объясняющей образование и движение небесных тел вихревым движением частиц материи (вихри Декарта).

Подчеркнём, что одним из величайших учёных за всю историю человечества, который оставил обширнейшее наследство в различных областях науки, особенно в физике и математике, был *Исаак Ньютон (1642/43–1727)*. Он сформулировал основные законы классической механики, открыл закон всемирного тяготения и исчисление бесконечно малых величин. Своими трудами и научным авторитетом оказал огромное влияние на последующие поколения физиков. Но развитие электродинамики, теории относительности и атомной физики в конце XIX – начале XX в. показало границы применимости его механики. В своих исследованиях Ньютон опирался на работы Галилея и Гюйгенса в области механики, Кеплера и Галилея в области астрономии, Кавальери<sup>6</sup> и Декарта в области математики.

Вопросы, решением которых занимался Ньютон, были связаны между собой и вытекали из основной проблематики науки и техники его времени. Одной из наиболее важных задач науки тех времён было открытие общего закона движения небесных тел. Он был необходим для более точного определения долготы и широты местонахождения судна в открытом море по положению звёзд, что было особенно важно в связи с бурным развитием мореплавания. Изучая движение небесных тел, Ньютон усовершенствовал телескоп, приступил к опытам со светом, объяснил явление дисперсии света, положив начало спектральному анализу.

Оптические исследования Ньютона были связаны с его интересом к вопросам небесной механики, с поиском общего закона движения планет. Этот поиск и привел его к открытию явления всемирного тяготения. Идеи взаимного тяготения как небесных тел, так и атомов были в то время не новы. Но Ньютону

---

<sup>6</sup> Кавальери Бонавентура (Cavalieri) (1598—1647гг.), итальянский математик. Сочинения Кавальери (1635) о вычислении площадей и объёмов фигур с помощью так называемого метода "неделимых" способствовали формированию интегрального исчисления.

в этом вопросе принадлежат две заслуги: *во-первых*, он дал математическое выражение силы тяготения; *во-вторых*, он доказал универсальность закона всемирного тяготения.

Ньютон сформулировал также три основных закона механики, ставших её фундаментом. По словам И.Канта, Ньютон впервые увидел порядок и правильность там, где до него находили лишь беспорядочное многообразие. Для успешной работы в области физики Ньютону был необходим более совершенный математический аппарат, нежели уже имевшийся к тому времени. Эта задача была решена им и Готфридом Лейбницем (немецкий философ, математик и физик, 1646-1716), которые независимо друг от друга создали дифференциальное и интегральное исчисления, то есть основу высшей математики. Работы Ньютона охватывают большое число направлений физики, математики, химии. Мы же задержали наше внимание лишь на важнейших из них.

Г. Лейбниц в области физики развивал учение об относительности пространства, времени и движения. Установил в качестве количественной меры движения «живую силу» (кинетическую энергию) — произведение массы тела на квадрат скорости, в противоположность Декарту, который считал мерой движения произведение массы на скорость — «мёртвую силу», как назвал её Лейбниц.

Этот период характеризуется дальнейшим развитием науки **биологии**. Практическая биология в большей степени была связана с потребностями медицины. Область медицины все больше развивается в научном контексте, несмотря на сопротивление церкви, которая ратовала за лечение болезней религиозными методами. Светские же власти уже задумываются над такими проблемами, как соблюдение санитарных норм при эпидемиях.

<b>Развитие техники в XVII веке.</b> <b>Мануфактурное производство</b>	В XVII веке продолжалось развитие техники. В европейских странах широко распространялось мануфактурное производство. Появились первые мануфактуры в России (основаны голландским предпринимателем А. Виниусом под Тулой). Правда,
---	---

рост этот был преимущественно количественный, основанный на ранее известных технологиях, в первую очередь на использовании водяного колеса. Некоторые усовершенствования касались передаточных механизмов (использование не только зубчатой, но и цепной и ременной передач). Постепенно развитие мануфактурного производства начинало наталкиваться на ограничения, вызванные недостаточной мощностью водяного двигателя. Самые крупные из них давали мощность всего в несколько десятков лошадиных сил (высшее достижение – 200 л.с.).

Формировались предпосылки для будущей индустриальной революции. Например, французский изобретатель Д. Папен (1647-1712) в 1690 году построил действующую модель парового двигателя. В ней паровой котел, цилиндр и конденсатор ещё не были отделены друг от друга. Изобретатель полагал, что машина может быть использована не только при откачке воды из шахт, но и для других целей, в том числе для создания судов, способных двигаться против ветра. В 1698 году английский изобретатель Т. Севери (1650-

1715) сконструировал первую практически применимую паровую машину.

Важное значение для развития практической механики и подготовки будущего промышленного переворота имели успехи в производстве механических часов. Х. Гюйгенс, используя открытые Галилеем законы колебания маятника, изобрел часы с маятником и в 1656 году получил на них патент. Этот случай можно считать одним из первых примеров успешного взаимодействия науки и техники. В 70-е годы XVII века появляются карманные механические часы. Механические часы можно считать первым автоматическим устройством, имеющим практическое значение.

В металлургии начинают применяться деревянные меха вместо кожаных, что позволяет использовать доменные печи значительно более крупных размеров. Основным потребителем продукции металлургических заводов было государство, размещавшее на них военные заказы. Появляются первые прокатные станы. Усовершенствуется токарный станок, в его конструкции появляется резцедержатель, что способствовало большей точности и производительности (ранее резец удерживался рукой).

Развитие мировой торговли приводит к значительному росту тоннажа торговых и военных флотов. Особенно крупные корабли строятся для торговли с Индией (т.н. ост - индийские корабли). Совершенствуются боевые корабли, которые окончательно отделяются от торговых. Появляется новый тип боевого корабля – линейный корабль, специально предназначенный для артиллерийского боя в составе крупных флотов. Кораблестроение в XVII веке начинает опираться на научную основу. Строительству крупных кораблей предшествует создание теоретических чертежей корпуса.

### **Научные знания в России**

Научные знания в России находились на начальной стадии развития. Книги западноевропейских авторов оставались их главным источником. В XIV-XVI вв. вырос уровень технических знаний. Западные страны оставались источником различных технических диковинок. Развитию математических знаний способствовали практические потребности строительства. В соледобыче использовались поршневые насосы, земля бурилась на глубину до 90 метров. Русские мастера были знакомы с системой зубчатых колес и умели изготавливать часы.

Анализ развития науки в Российском государстве первой половины XVII века свидетельствует об очевидном прогрессе. Например, в математике наметился определенный сдвиг. Решаемые математические задачи становились сложнее. Так, научились определять расстояние от заданного предмета до наблюдателя. Решались специфически военные задачи на определение численности войск по занимаемой ими площади, квадратной или прямоугольной. Способы решения в основном заимствовались у западных стран. Астрономия как наука оставалась в сфере интересов людей того времени. Более того, к астрономии проявляла интерес церковь. В катехизисе довольно консервативного литовского протопопа Лаврентия Зизания вопросы астрономии были рассмотрены с научных позиций. Этот шаг был довольно революционным в том смысле, что проблемы были подняты в церковной работе. За столь смелый шаг Лаврентий был обвинен в ереси.

Во второй половине XVII в. в России по примеру развитых стран Запада начался процесс секуляризации культуры и формирование научного рационалистического мировоззрения. Но процесс этот к концу XVII в. находился только в самом начале.

*Первым проявлением секуляризации – процесса обмирщения российской культуры и общественной жизни – следует рассматривать основание в 1687 г. Славяно-греко-латинской Академии* - первого высшего учебного заведения в России, сыгравшего значительную роль в формировании светского образования и науки. *Второе* проявление процесса секуляризации - это *активное развитие географических знаний*, связанное с экспедициями русских землепроходцев в Сибирь: *В. Пояркова* и *Е. Хабарова* в Приамурье (1640-е гг.), Михаила Стадухина к рекам Колыма и Чюхча в 1644 -1645 гг., Тимофея Булдакова на реки Колыма, Индигирку, *С. Дежнева* и *Ф. Попова* на Анадырь и Камчатку, открытие пролива между Азией. и Америкой (1648-49 гг.), экспедиция *В. Атласова* на Камчатку и Курильские острова (1697-99 гг.). Итогом этих экспедиций явилось составление *географических карт* Сибири и всей России в целом, что несомненно имело общемировое значение. В практической географии в большей степени развитие получили микрогеографические знания. Это было связано, как и в предыдущий период, с необходимостью налогового обложения. Число писцовых книг в XVII веке постоянно росло, и в них содержался очень подробный материал. *Третье проявление секуляризации* - это составление первых *рукописных учебников* с основами математики и физики («Цифирная счетная мудрость»).

Таким образом, на фоне развития европейской научной мысли Россия в XVII веке явно отставала. Наука, как особый способ познания окружающего мира, еще не сформировалась, а ее зачатки (знания из области математики и физики) носили исключительно *прикладной характер*, теоретических фундаментальных исследований не велось. Во всех сферах жизни и среди всех слоев населения полностью господствовало религиозное мировоззрение. К распространению научных знаний самодержавное государство и церковь относились крайне отрицательно.

## **6. Развитие науки в XVIII – XIX вв.**

### **Расцвет классической науки**

Эпоха XVIII – начала XIX веков была расцветом классической науки. Формирование её принципов завершил И. Ньютон. *Особенностями классической науки были:*

- стремление к завершённой системе знаний, фиксирующей истину в окончательном виде;
- ориентация на классическую механику, считавшуюся универсальным методом познания окружающих явлений, представляющую мир в виде гигантского механизма, четко функционирующего на основе вечных и неизменных законов;

- однозначность в истолковании событий, исключение из результатов познания случайности и вероятности, которые расценивались как показатели неполноты знания;
- исключение из контекста науки характеристик исследователя, отказ от учета особенностей (способов, средств, условий) проведения наблюдения и эксперимента;
- оценка имеющегося научного знания как абсолютно достоверного и истинного;
- осмысление природы познавательной деятельности как зеркального отражения действительности;
- рассмотрение природы как из века в век неизменного, всегда тождественного самому себе, неразвивающегося целого;
- абсолютная предсказуемость мира, всеобщий и полный детерминизм (следствием из этого было мнение, что ученые в своих экспериментах смогут повторить любое явление природы);
- вытеснение наукой религии в качестве интеллектуального авторитета.

С классической наукой была тесно связана *философия Просвещения*. Эта философия фактически произвела идеологическую революцию, утвердив представления о том, что человеком могут быть осмыслены не только законы природы, но и законы общественного развития. Философы–просветители полагали, что миром правит разум, верили в прогресс (как технический, так и социальный), считали, что каждый человек обладает естественными правами на жизнь и свободу.

Назовём основные научные достижения XVIII века:

- *физика* – под влиянием работ И. Ньютона формируется классическая механика, теория движения газов (аэродинамика) и теория движения жидкостей. *Б. Франклином* (1706-1790) проводятся исследования в области атмосферного электричества;

- *химия* – в 1748 году *М.В. Ломоносов* (1711-1765) открывает закон сохранения вещества. К сожалению, это важнейшее открытие не привлекло внимания учёных Западной Европы, полагавших, что российские учёные не могут дать ничего ценного для развития общемировой науки. Вновь этот фундаментальный химический закон был переоткрыт французским химиком *А.Л. Лавуазье* в 1789 году;

- *астрономия* – концепция *И. Канта* (1724-1804) и *П. Лапласа* (1749-1827) о возникновении Земли и Солнечной системы в целом из газопылевой туманности и о влиянии фаз Луны на приливы и отливы;

- *математика* – дальнейшая разработка теории переменных величин и графического изображения функций (работы немецкого математика *К. Гаусса* (1777-1855); введение французским математиком *П. Лапласом* (1749 – 1827) принципа «*Железного детерминизма*», означавшего, что равные действия в равных условиях всегда приводят к одинаковым результатам; отсюда следовало, что ученые в своих опытах и экспериментах всегда смогут повторить любое явление природы.

## **Развитие науки в России**

В России развитие науки в XVIII веке шло в контексте проводимой государством политики



модернизации. Огромное влияние на её развитие оказали реформы *Петра I (1682-1725)* и особенно процесс европеизации культуры. В результате роста культурных контактов стали доступны достижения европейской науки. Итогом этого процесса стало создание в 1725 г. *Императорской академии наук и художеств*. Учитывая фактическое отсутствие на тот момент отечественных ученых, в Российскую Академию было приглашено большое количество европейских ученых, сыгравших важную роль в становлении российской науки. Особо следует отметить швейцарского математика и логика *Л. Эйлера*, итальянского физика *А. Бернулли*, немецкого физика и химика *Г. Крафта*, географа *Мессеримита*, историка и архивариуса *Г. Миллера*. Академией регулярно публиковались сборники научных трудов, издавался, правда, нерегулярно, журнал Академии Наук. При этом деятельность ученых полностью финансировало государство. Все это способствовало постепенному формированию отечественных научных кадров.

Благодаря реформам Петра I и практическим потребностям государства в 1-й четверти XVIII в. происходит организационное оформление отечественной науки. При этом активно использовались опыт и знания ведущих европейских ученых. Однако в целом российская наука находилась в процессе своего становления и существенно отставала от европейской науки.

Дальнейшему институциональному развитию науки способствовало открытие в 1755 г. *Московского университета*, ставшего вскоре главным научным центром страны (*особо следует отметить роль П.И. Шувалова и М.В. Ломоносова как основателей университета*). Появление в России университета позволяло решать задачу подготовки собственных научных кадров.

*Развитие естественных наук в России* было связано, прежде всего, с деятельностью выдающегося ученого-энциклопедиста *М.В. Ломоносова (1711 – 1765)*, совершившего открытия в области физики, химии, астрономии (закон сохранения энергии, молекулярная теория строения вещества, «эфирная» теория атмосферного электричества). Кроме того, талант Ломоносова проявился в области литературы и истории.

Значительного развития достигла *геология и минералогия*, связанные с практическими нуждами государства. В этой связи следует отметить деятельность *В. Татищева* и *Г. Геннина*, составивших подробные описания минералов, найденных на территории России (особенно на Урале и в Сибири). Необходимость в освоении новых пространств привела к дальнейшему расширению географических знаний, чему способствовали многочисленные географические экспедиции.

### **Начало кризиса классической науки**

В XIX веке постепенно накапливаются знания, изменившие принципы классической науки, особенно её представления о неизменности мира.

**Важнейшим открытием XIX в. было учение о клетке.** Германский естествоиспытатель, врач и ботаник *Матиас Шлейден (1804-1851)* выступил в 1838 г. с учением о клетке, которое объясняло происхождение растительных тканей. *Теодор Шванн (1810-1882)* распространил эту клеточную теорию и на животный мир. *Учение о клетке, о её развитии путём размножения дало объяснение возникновения и роста организма.*

Огромное значение имел открытый в 1842 г. немецким учёным *Робертом Майером (1814-1878)* и английским физиком *Джеймсом Джоулем (1818-1889)* **закон о сохранении и превращении энергии.**

*Новый важнейший удар представлениям о неподвижности и постоянстве природы нанесли открытия Чарльза Дарвина (1809-1882).* Огромным событием для всей мировой науки явился выход в свет его книги *«Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение избранных рас в борьбе за существование» (1859).* Это был плод более чем двадцатилетних трудов, начавшихся с *научного путешествия, совершенного Ч. Дарвином на корабле «Бигль» к берегам Огненной земли в 30-х годах XIX века.* Дарвин долго изучал вопрос об изменении животных и растений и в результате опытов и теоретической работы пришел к выводам: 1) все богатство животных видов является результатом развития и усложнения простейших клеточных организмов (эволюционная теория); 2) в борьбе за существование случайные, но благоприятные для вида изменения сохраняются путем наследственности и развиваются далее (естественный отбор) и 3) можно искусственным путем изменить признаки животных и выращивать новые их породы (теория искусственного отбора). Дарвин опроверг не только старые религиозные представления о сотворении видов животных и растений, но и более новые представления классической науки об их неизменяемости.

Разрушение старого представления о природе содействовало успехам химии, особенно после работ английского учёного *Джона Дальтона (1766-1844)*, разработавшего атомную теорию, которую выдвинули ещё древнегреческие философы-материалисты.

Основателями органической химии считаются *Юстус Либих (1803-1873)* и *Фридрих Велер (1800-1882).* В 1822 г. Велеру впервые удалось получить из неорганических веществ органические. Таким образом, была опровергнута концепция «витализма», утверждавшая, что химические вещества живой природы синтезируются только с помощью особой «жизненной силы». Французский химик *Пьер Бертло (1827-1907)* открыл возможность искусственного получения органических соединений, т. е. веществ, встречающихся в организмах и растительном мире.

Наиболее крупным событием в истории химии в 50—60-х годах было открытие периодической системы элементов *Дмитрием Ивановичем Менделеевым (1834—1907).* В своей работе «Основы химии» (1862) профессор Петербургского университета Д. И. Менделеев показал, что если химические элементы расположить в порядке возрастания их атомных весов, то наблюдается закономерное изменение свойств элементов. Эта закономерность носит название периодической системы элементов или закона Менделеева. Труды Менделеева имели значение для дальнейшей разработки теоретических основ химии и физики.

***Естественные и точные науки после открытий Дарвина и Менделеева подвергались радикальной перестройке. Научные открытия подрывали основы прежних традиционных представлений.***

*Развитие техники было тесно связано с развитием естествознания,*

способствовало его успехам и в свою очередь зависело от них.

Проведение исследований в области естественных и технических наук предполагало наличие и дальнейшее совершенствование специальных приборов, аппаратов и инструментов. Особенно это сказалось в период революционных открытий в различных областях естественных наук. Развитие приборостроения способствовало дальнейшей дифференциации и специализации наук, появлению новых отраслей на стыке наук или в результате применения теорий и принципов одних дисциплин в смежных областях. Новейшие достижения естествознания успешно использовались в приборостроении.

Успехи электротехники были связаны с созданием новых измерительных и контролирующих устройств. Большую роль в разработке электротехнических приборов сыграл английский физик *У. Томсон (лорд Кельвин) (1824—1907)*. Он изобрел *сифонметчик*, игравший роль приемника при кабельном телеграфировании, внес усовершенствования в такие приборы, как глубиномер, компас, гальванометр и др.

К концу XIX в. больших успехов достигло оптическое приборостроение. В 1899 г. *П. Н. Лебедев разработал прибор для изучения светового давления*. Исследования русского ученого позволили установить, что свет обладает не только энергией, но и массой.

После открытия в 1887 г. Г. Герцем явления внешнего фотоэффекта в 1888 г. *Александр Григорьевич Столетов (1839-1896)* в России создал *первый в мире газонаполненный фотоэлемент, основанный на явлении внешнего фотоэлектрического эффекта*.

Важной проблемой физики конца XIX в. было определение скорости света. В 1880—90-х гг. американские ученые *А. Э. Майклсон (1852—1931)* и *Э. У. Морли (1838—1923)* с помощью интерференционной установки (интерферометр был изобретен Майклсоном) экспериментально доказали, что *скорость светового сигнала не зависит от скорости движения его источника*. Этот вывод сыграл исключительно важную роль в разработке теории относительности.

В 1897 г. англичанин *Дж. Дж. Томсон (1856—1940)* сконструировал *электронно-лучевую трубку*, с помощью которой он исследовал отклонение катодных лучей в магнитном и электрическом полях и установил, что они представляют собой поток электронов. В 1907 г. Томсон разработал *масс-спектрометр* для определения и точного измерения массы ионизированных атомов или молекул газов посредством разделения ионов с различным отношением масс к заряду при прохождении ионизированных частиц в электромагнитном поле. Масс-спектрометры (после усовершенствования их в 1919 г. *Ф. Астоном*) стали широко применяться в химическом анализе для определения относительного содержания в веществе различных компонентов.

После того, как в 1895 г. немецкий физик *В. - К. Рентген (1845—1923)* открыл лучи, в дальнейшем получившие его имя («*рентгеновские лучи*»), он создал тип *рентгеновской трубки* с вогнутым катодом и платиновым антикатодом, которая нашла широкое применение в медицине, химии, физике, металлургии и т. д.

Подчеркнём, что потребность во всё более сложных вычислениях

привела к развитию счётных приборов. В Швеции в 1866 г. появился *счётный прибор Ариберга*, русский математик *В. Я. Буняковский* в 1867 г. создал *самосчеты*, в Германии в 1878 г. *Лейнер* сконструировал свой *стержень для сложения*, а в 1885 г. инженер *Патетин* во Франции предложил свой прибор для сложения.

Около 1876 г. русский математик *Пафнутий Львович Чебышев (1821—1894)* создал *суммирующий аппарат* с непрерывной передачей десятков. В 1881 г. он же сконструировал к нему *приставку для умножения и деления*.

В 1873 г. шведско-русский инженер *В. Т. Однер (1845-1903)* построил *арифмометр*, в котором использовал зубчатую передачу с переменным числом зубцов. Начиная с 90-х гг. «Однер - машины» стали создаваться во многих странах мира («Брунович», «Триумфатор» и др.). В 1885 г. американский инженер *У. С. Барроуз* запатентовал, а в 1890 г. сконструировал суммирующую *«листинговую машину»*. Это был впоследствии весьма популярный конторский записывающий *калькулятор*, в котором *рычажный набор чисел, существовавший до этого во всех вычислительных машинах, впервые был заменен на клавишный*. Машина Барроуза нашла спрос на рынке и начала применяться для коммерческих расчетов.

**Таблица 1. Наиболее важные достижения математической науки в XIX веке<sup>7</sup>**

<b>Важнейшие достижения и открытия. Ученые</b>	<b>Труды, значение и практическое применение</b>
Создание векторного анализа (Г. Грасман, У.Р.Гамильтон)	Развитие математической физики и приложение математики к задачам механики.
Дальнейшее развитие теории вероятностей (далее ТВ). Разработан ряд теорем ТВ. (П.С.Лаплас, А.Лежандр, С.Пуассон, К.Ф.Гаусс)	Теоремы ТВ указывают на условия возникновения тех или иных закономерностей в результате действия большого числа случайных факторов. Применение – возможность прогнозирования. Совокупное действие большого числа фактов приводит при некоторых условиях к результату, почти независимому от случая, т.е. к практически достоверным событиям.
Оформление новых направлений в геометрии: дифференциальная геометрия, начертательная геометрия (Г.Монж)	Составление чертежей машинного оборудования, зданий и сооружений промышленного, транспортного и бытового характера.
Разработка неевклидовой геометрической системы: математические учения о пространстве (Н.И. Лобачевский, Г.Риман)	«О гипотезах, лежащих в основании геометрии». Применение – в точных науках. Только после достижений в изучении микромира, в астрономии, создания теории относительности, идеи Лобачевского и Римана были применены к изучению реального физического пространства.

<sup>7</sup> Курс лекций по специальному курсу «История науки и техники» /Под общей ред. Бодровой Е.В., Гусаровой М.Н. М., 2007.

Оформление новой отрасли математики - теорий функций действительного переменного и развитие численных методов анализа (Г.Кантор, Дж. Адамс, К. Штернер, К.Рунге и др.)

В 1880-х гг. американский инженер и предприниматель *Герман Холлерит (1860-1929)* сконструировал *вычислительную машину* («Табулятор»), автоматизировавшую процесс обработки данных, используя в качестве носителей информации перфокарты. Вычислительные машины Г. Холлерита оказали большую помощь в обработке информации, полученной в ходе переписи населения США в 1890 г. В основе «Табулятора» Холлерита лежало соединение принципов механического счета с возможностью некоторого автоматического сопоставления и анализа данных. В 1896 г. Г. Холлерит основал фирму по выпуску вычислительной техники и перфокарт. В 1924 г. она была преобразована в фирму IBM («International Business Machines»). Вычислительные машины Холлерита широко использовались не только в США, но и в Австрии, Канаде и других странах. В 1897 г. они применялись для обработки результатов переписи населения в России.

Дальнейшее совершенствование счетных клавишных машин связано с именами американских инженеров *Е. Фельта* и *Р. Таррана*, которые в 1896 г. создали *калькулятор, производивший четыре арифметических действия*, а при последующем усовершенствовании обеспечивавший отпечатки всех производимых операций.

В 1904 г. в России *Алексей Николаевич Крылов (1863-1945)* предложил конструкцию *машины для интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений*. В 1912 г. такая машина была построена.

*Вплоть до конца XIX в. все вычислительные машины были механическими, а в конце XIX в. в вычислительных машинах стали использовать электрический привод*, причем он был приспособлен и для старых типов машин. Опытный вычислитель, вооруженный такой техникой, мог за рабочий день выполнить не более 1500—2000 арифметических операций. С этого момента начался электромеханический период в развитии вычислительной техники, который продолжался до 40-х гг. XX в., когда появились ЭВМ.

В XIX веке **российская наука** вышла на новый уровень, не только став проводником знаний, выработанных европейцами, но и самостоятельно совершая новые открытия, внося свой вклад в мировую науку.

Мировую известность в области математической статистики и теории вероятностей получили работы отечественных математиков: *Виктора Яковлевича Буняковского (1804-1889)*, *Михаила Васильевича Остроградского (1801-1861)*. Существенным вкладом в развитие математики было создание *Николаем Ивановичем Лобачевским (1792-1856)* так называемой неевклидовой геометрии. Успешно работали в области электричества русские физики. *Василий Владимирович Петров (1761-1834)* открыл *электрическую дугу (1802)*, имевшую большое практическое значение, занимался проблемами электролиза. Работы *Эмилия Христиановича Ленца (1804-1865)* были посвящены вопросам

превращения тепловой энергии в электрическую, *Павел Львович Шиллинг (1786-1837)* явился создателем *электромагнитного телеграфа*. Впоследствии, в 1839 г., другой русский физик *Борис Семёнович Якоби (18101-1874)* соединил подземным кабелем столицу с Царским Селом. Якоби также много и успешно работал над созданием электрического двигателя, лодка с таким двигателем прошла испытание на р. Неве. Другое его открытие — *гальванопластика*, получение точных металлических копий методом электролитического осаждения металла на металлическом или неметаллическом оригинале. Над изучением структуры металлов и производством высококачественных сталей трудился металлург *Павел Петрович Аносов (1799-1851)*. Химик *Николай Николаевич Зинин (1812-1880)* сумел получить синтетическим путем *анилиновые красители*, что представляло огромную практическую ценность.

## 7. Промышленный переворот и формирование индустриального общества

### Начало промышленного переворота

Во второй половине XVIII века в Европе начинается грандиозное преобразование технических и социальных условий производства, получившее название промышленного переворота или промышленной революции. *Это был революционный скачок в развитии производительных сил, заключившийся в переходе от мануфактуры к машинному производству. На смену ручному труду приходит механизированный труд, вместо мускульной силы рабочего начинает использоваться сила пара. Производительность труда возрастает многократно. Во второй половине XIX века аналогичную революционную роль начало играть использование электричества.*

*Первой страной промышленного переворота стала Англия.* Здесь были изобретены и введены в производство механическая прялка «Дженни», механический ткацкий станок и паровая машина, *Дж. Уатта*. *Новая техника и новые технологии вызвали коренные изменения в процессе производства — возникла фабрика.* То, что промышленный переворот стал возможен именно в Англии, не является исторической случайностью. К началу XVIII века эта страна обеспечила за собой контроль над важнейшими морскими торговыми путями и над мировой торговлей. Шел процесс формирования британской колониальной империи. Во второй половине XVIII века англичане начали покорение Индии. Всё это обеспечило им накопление капитала и огромные рынки сбыта для собственных промышленных товаров. В результате рост производительности труда привёл не к сокращению, а к росту занятости в промышленности.

*В 1810-1820 гг. промышленный переворот в Англии завершился. Затем на протяжении XIX столетия на путь промышленного переворота вступили Франция, Германия, Австрия, Россия, Италия, США, Япония.*

*В промышленном перевороте различают две стороны: техническую и социальную. Если первая, техническая сторона промышленного переворота,*

связанная с внедрением машин и механизмов, проявлялась в разных странах примерно одинаково, то иначе шло осуществление другой – социальной, состоящей в изменении места человека в процессе производства. Главное социальное следствие промышленного переворота – появление основных антагонистических классов капиталистического общества **буржуазии и пролетариата** реализовывалось в разных странах далеко не одинаково. Рынок свободного наемного труда (важнейшее условие и последствие промышленного переворота) успешно сформировался в Англии из-за большого количества разорившихся крестьян и ремесленников. Условия труда и жизни английских рабочих XIX века были ужасными, на производстве широко применялся дешевый детский и женский труд, неимущие слои принудительно загонялись в особые «рабочие дома». В континентальной Европе рынок свободной рабочей силы появляется несколько позже, хотя в ряде стран это происходит в разное время. В России промышленный переворот начался в 30-е – 40-е гг. XIX в. и завершился только в конце столетия, после отмены крепостного права.

К 1870-м гг. в ведущих странах утверждается индустриальное общество, продукция промышленности стала превосходить в стоимостном выражении продукцию сельского хозяйства, исчезла тесная зависимость производства от природно-климатических условий, малоподвижных социальных структур, несовершенства технологий.

Вступая в индустриальную эпоху, Европа пережила демографический взрыв. Так, только с 1800 до 1850 гг. население Великобритании увеличилось почти втрое, Норвегии, Швеции и Голландии – вдвое.

Развитие средств сообщения (железных дорог, пароходов) способствовало миграции населения. В первой половине XIX в. около 5 млн. европейцев покинуло свои страны.

Важнейшим изобретением в истории человечества, открывшим дорогу для промышленной революции и последующего ускоренного развития человечества, стал паровой двигатель. Путь к этому изобретению не был быстрым. В XVII веке теоретическая возможность использования силы пара уже была хорошо известна. Но практического применения она не находила. В 1698 г. англичанин *Севери* создал паровую машину для откачки воды из шахт. В 1712 г. *Томас Ньюкомен (1663-1729)* усовершенствовал эту машину, снабдив ее цилиндром и поршнем. В машине Ньюкомена находившийся в цилиндре пар конденсировался впрыскиванием воды, в цилиндре создавалось разрежение, и поршень втягивался внутрь цилиндра под воздействием атмосферного давления. К 1780 г. в Англии работало уже около 200 машин Ньюкомена, однако они имели неравномерный ход, часто ломались и использовались только на шахтах. Широкому применению этих машин мешали их огромные размеры. В разных странах делались попытки усовершенствовать паровые машины. В России механик *И.И. Ползунов (1728-1766)* построил двухцилиндровую машину аналогичного устройства. В 1763 г. машину Ньюкомена усовершенствовал *Джеймс Уатт (1736-1819)*. В то время Уатт был лаборантом университета в Глазго и ему поручили отремонтировать сломавшуюся модель машины Ньюкомена. Разобравшись в недостатках модели, Уатт создал машину, принципиально отличавшуюся от нее: во-первых, поршень в машине Уатта

двигало не атмосферное давление, а пар, впускавшийся из парового котла; во-вторых, после завершения хода поршня отработанный пар выводился в специальный конденсатор. Размеры паровой машины значительно уменьшились. В 1769 г. Уатт взял патент на свою машину, но специалисты утверждали, что идея Уатта не может быть практически реализована: при тогдашней технике невозможно было обточить математически правильный паровой цилиндр. Уатту повезло, что как раз в это время была создана совершенная машина, предназначенная для высверливания стволов пушек. В 1784 г. Уатт запатентовал паровую машину двойного действия, в которой пар поочередно толкал поршень с двух сторон.

В первых двигателях Уатта давление в цилиндре лишь немного превышало атмосферное. Патент, выданный Уатту, мешал другим изобретателям усовершенствовать его машину. Только в 1804 г. инженер *А. Вулф* запатентовал машину, работающую при давлении 3-4 атмосферы, повысив к.п.д. более чем в 3 раза. Массовое производство паровых машин было невозможно без точных токарных станков; решающий шаг в этом направлении был сделан механиком *Генри Модсли*, который создал самоходный суппорт. С этого времени стало возможным изготовление деталей с допуском в доли миллиметра – это было начало современного машиностроения. Возникновение машин вызвало потребность в металле. Раньше чугун переплавляли на древесном угле (кричной передел), а лесов в Англии почти не осталось. В 1766 г. братья Т. и Д. Креннедж изобрели способ передела чугуна в мягкое железо на каменном угле (пудлингование). В 1785 г. Генри Корт усовершенствовал этот метод. С тех пор добыча угля стала одной из основных отраслей промышленности.

Вскоре после появления *паровой машины* начались попытки создания *пароходов*. В 1802 г. американец ирландского происхождения *Роберт Фултон* (1765-1815) построил в Париже небольшую лодку с паровым двигателем и продемонстрировал ее членам Французской Академии. Однако ни академики, ни Наполеон, которому Фултон предлагал свое изобретение, не заинтересовались идеей парохода. Фултон вернулся в Америку и на деньги своего друга и покровителя Ливингстона построил *пароход «Клермонт»*; машина для этого парохода была изготовлена на заводе Уатта. В 1807 г. «Клермонт» совершил первый рейс по р. Гудзон. *Через девять лет в Америке было 300 пароходов, а в Англии - 150. В 1819 г. американский пароход «Саванна» пересек Атлантический океан, а в 1830-х гг. начинает действовать первая регулярная трансатлантическая пароходная линия.* На этой линии курсировал самый большой по тем временам пароход «*Грейт Уэстерн*», имевший водоизмещение 2 тыс. тонн и паровую машину мощностью 400 лошадиных сил. Через двадцать лет пароходы стали гораздо больше: плававший в Индию пароход «*Грейт Истерн*» имел водоизмещение 22 тыс. тонн и две машины общей мощностью 7,5 тыс. л. с. *В Российской Империи первые пароходы появились в 1815 г., а в 1817-1821 гг. они стали плавать по Каме и Волге.*



Одновременно со строительством пароходов делались попытки создания паровой повозки. На многих рудниках существовали рельсовые пути, по которым лошади тащили вагонетки с рудой. В 1803 г. механик *Ричард Тревитик (1771-1833)* построил **первый паровоз**, заменивший лошадей на одной из рельсовых дорог в Уэльсе, однако Тревитику не удалось получить поддержку предпринимателей. В 1815 г. механик-самоучка *Джордж Стефенсон (1781-1848)* построил свой первый паровоз, а затем руководил строительством железной дороги длиной более 50 км. В 1830 г. Стефенсон завершил строительство первой большой железной дороги между городами Манчестер и Ливерпуль; для этой дороги он сконструировал паровоз «Ракета», на котором впервые применил трубчатый паровой котел. «Ракета» везла вагон с пассажирами с невиданной для того времени скоростью 60 км/час. В 1832 г. была пущена первая железная дорога во Франции, немного позже – в Германии и США; локомотивы для этих дорог изготовлялись на заводе Стефенсона в Англии. В России в 1834 г. крепостные механики отец и сын *Е.А. и М.Е. Черепановы* построили железную дорогу на Выйском заводе на Урале. В 1837 г. первые железнодорожные составы пошли по железной дороге Санкт-Петербург - Царское Село.

**На рубеже XVIII-XIX вв. Англия за счёт применения парового двигателя становится ведущей промышленной державой мира.** Основной отраслью английской промышленности в первой половине XIX века было производство хлопчатобумажных тканей. К моменту появления паровой машины Уатта в лёгкой промышленности уже были накоплены технологии, позволявшие осуществить быстрый рывок при наличии удобного источника механической энергии. В 1765 г. ткач и плотник *Харгривс* создал механическую прялку, которую он назвал в честь своей дочери «Дженни»; эта прялка увеличивала производительность труда прядильщика в 20 раз. В 1769 г. *Ричард Аркрайт* запатентовал прядильную ватерную машину, рассчитанную на водяной привод, и с этого момента машины стали использоваться на мануфактурах.

Новые станки, приводимые в действие паровыми машинами, позволяли получать 300 и более процентов прибыли в год и выпускать дешёвые ткани, которые продавались по всему миру. Это был колоссальный промышленный бум, производство тканей увеличилось в десятки раз. Однако для новых фабрик требовалось сырьё – хлопок; поначалу хлопок был дорог из-за того, что его очистка производилась вручную. В 1806 г. американец *Эли Уитни (1765-1825)* создал хлопкоочистительную машину; после этого в южных штатах наступила «эра хлопка», здесь создавались огромные хлопковые плантации, на которых работали рабы-негры. Таким образом, расцвет американского рабства оказался непосредственно связан с промышленной революцией.

К 1850 г. Англия превратилась в «мастерскую мира», на ее долю приходилось более половины производства металла и хлопчатобумажных тканей, основная часть производства машин.

Промышленная революция дала европейцам новое оружие – винтовки и стальные пушки. В 1808 г. по заказу Наполеона французский оружейник С. Поли создал **казнозарядное ружье** (т.е. ружьё, заряжающееся готовыми патронами, которые вкладываются с «казённой» части ствола). Если бы Наполеон вовремя получил такие ружья, он был бы непобедим, однако у Поли не было высокоточного токарного станка для изготовления этого оружия. Позже, когда появился *станок с суппортом Модсли*, помощник Поли, немец И.-Н. Дрейзе сконструировал **игольчатое ружье**, которое было в 1841 г. принято на вооружение прусской армии. Ружье Дрейзе делало 9 выстрелов в минуту – в 5 раз больше, чем гладкоствольные ружья других армий. Дальность выстрела составляла 800 метров – втрое больше, чем у других ружей.

Одновременно произошла еще одна революция в военном деле, вызванная появлением стальных пушек. В 1850-х гг. английский изобретатель и предприниматель *Генри Бессемер (1813-1898)* изобрел *бессемеровский конвертер*, а в 1860-х гг. французский инженер *Эмиль Мартен (1824-1915)* создал *мартеновскую печь*. Это позволило впоследствии наладить массовый выпуск стальных орудий. В России первые стальные пушки были изготовлены на *златоустовском заводе* под руководством П. М. Обухова (1820-1889); затем было организовано производство на заводе Обухова в Петербурге. Наибольших успехов в производстве артиллерийских орудий достиг немецкий промышленник *Альфред Крупп (1812-1887)*, в 1860-е гг. наладивший массовое производство казнозарядных нарезных орудий.

**Изобретение ткацкого станка, паровой машины, паровоза, парохода, винтовки и скорострельной стальные пушки – все это были фундаментальные открытия, которые вызвали появление нового культурного круга - того общества, которое называют промышленной цивилизацией.**

В 60-х гг. XIX века культурная экспансия промышленной цивилизации сменилась военной экспансией – фундаментальное открытие всегда порождает волну завоеваний. Началась эпоха колониальных войн; в конечном счете, весь мир оказался поделенным между промышленными державами.

**Эпоха электричества** *Во второй половине XIX в. пар как главный источник энергии стал вытесняться электричеством. Электромотор заменил громоздкую систему рычагов и трансмиссий на производстве, что привело к удешевлению производства и вызвало новый скачок развития.*

Характерной чертой эпохи электричества стала возросшая связь науки и техники. *Если первые машины создавались мастерами-самоучками, то теперь наука властно вмешалась в жизнь людей – внедрение электродвигателей было следствием достижений науки, без которых новая эпоха была бы невозможна.*

«Эпоха электричества» началась с изобретения **динамомашины - генератора постоянного тока**, его создал бельгийский инженер *Зиновий*

Грамм в 1870 г. Машина Грамма могла работать в качестве генератора и в качестве двигателя. Эта машина могла быть легко переделана в генератор переменного тока. В 1880-х гг. югослав Никола Тесла (1856-1943) создал двухфазный электродвигатель переменного тока. Работавший в Германии на фирме АЭГ русский электротехник М.О. Доливо-Добровольский (1841-1881) создал эффективный трехфазный электродвигатель, а также **первую ЛЭП высокого напряжения и трансформатор к ней**. После этого Доливо-Добровольский стал ведущим электротехником того времени, а фирма АЭГ стала крупнейшим производителем электротехники. С этого времени заводы и фабрики стали переходить от паровых машин к электродвигателям, появились крупные электростанции и линии электропередач.

Следует особо подчеркнуть, что **большим достижением электротехники было создание электрических ламп**. За решение этой задачи в 1879 г. взялся американский изобретатель Томас Эдисон; его сотрудники проделали свыше 6 тысяч опытов, опробуя для нити накаливания различные материалы. Лучшим материалом оказались волокна бамбука, и первые лампочки Эдисона были «бамбуковыми». *Лишь спустя двадцать лет по предложению русского инженера Александра Николаевича Лодыгина (1847-1923) нить накаливания стали изготавливать из вольфрама.*

Электростанции требовали двигателей очень большой мощности, и вскоре эта проблема была решена созданием паровых турбин. В 1889 г. швед Густав Лаваль (1845-1913) запатентовал турбину, скорость истекания пара в которой достигала 770 м/сек. В это же время англичанин Чарлз Парсонс (1854-1931) создал многоступенчатую турбину, которая стала использоваться не только на электростанциях, но и в качестве двигателя быстроходных судов, крейсеров и океанских лайнеров. Тогда же появились и гидроэлектростанции, на которых использовались гидротурбины, созданные в 1830-х гг. французским инженером Бенуа Фурнероном (1802-1867). Американец А. Пелтон в 1884 г. получил патент на струйную турбину, работающую под большим давлением. Гидротурбины имели очень высокий к.п.д., порядка 80%, и получаемая на гидроэлектростанциях энергия была очень дешевой.

Одновременно с работами по созданию сверхмощных двигателей шла работа над малыми передвижными двигателями. Поначалу это были газовые двигатели, работавшие на светильном газе; они предназначались для мелких предприятий и ремесленных мастерских. Газовый двигатель был двигателем внутреннего сгорания, то есть сгорание топлива осуществлялось непосредственно в цилиндре и продукты сгорания толкали поршень. Работа при высоких температурах в цилиндре требовала системы охлаждения и смазки; эти проблемы были решены бельгийским инженером Этьеном Ленуаром (1822-1900), который и создал в 1860 г. первый газовый двигатель.

Однако получаемый из древесных опилок светильный газ был дорогим топливом, более перспективными были работы над двигателем, работавшим на бензине. Первый работоспособный **бензиновый двигатель** был создан в 1883 г.

немецким инженером *Юлиусом Даймлером*. **Этот двигатель открыл эру автомобилей; уже в 1886 г. Даймлер поставил свой двигатель на четырехколесный экипаж.** Машина Даймлера была продемонстрирована на выставке в Париже, где лицензию на ее производство купили французские фабриканты *Рене Панар (1841-1908)* и *Этьен Левассор (1844-1897)*. **Панар и Левассор при создании своего автомобиля использовали только двигатель Даймлера, оснатив его системой сцепления, коробкой передач и резиновыми шинами.** Это был первый в истории настоящий автомобиль. В 1894 г. он выиграл первые автомобильные гонки Париж-Руан. Сам Даймлер в 1890 г. создал компанию «Даймлер моторен», которая десять лет спустя выпустила первый автомобиль марки «Мерседес», ставший классическим автомобилем начала XX века. «Мерседес» имел четырехцилиндровый двигатель мощностью 35 л. с. и развивал скорость 70 км/час. Эта красивая и надёжная машина положила начало массовому производству автомобилей.

Согласно теории тепловых двигателей, разработанной французским физиком *Карно*, к. п. д. идеального двигателя мог достигать 80%. Идея идеального двигателя волновала умы многих изобретателей, в начале 90-х гг. XIX столетия ее попытался воплотить в жизнь молодой немецкий инженер *Рудольф Дизель (1858-1913)*. Идея Дизеля состояла в сжатии воздуха в цилиндре до температуры 900 градусов; затем в цилиндр впрыскивалось топливо; в этом случае цикл работы двигателя получался близким к идеальному «циклу Карно». Первый двигатель Дизеля, появившийся в 1895 году, произвел сенсацию – его к. п. д. составлял 36% – вдвое больше, чем у бензиновых двигателей.

**Появление двигателя внутреннего сгорания сыграло большую роль в зарождении авиации.** Попытки построить самолёт, приводимый в действие паровым двигателем, всегда заканчивались неудачей. Русский изобретатель *Александр Фёдорович Можайский (1825-1890)* в 1881 г. начал постройку самолёта с двумя паровыми машинами мощностью 20 и 10 л. с. (работы велись на военном поле в Красном Селе под Петербургом). Постройка в основном была завершена летом 1882 г. Официальные документы о полёте на этом самолёте не сохранились. Описания, относящиеся к 1909 г. и более позднему времени, свидетельствуют о том, что попытка полёта окончилась неудачно.

Следует подчеркнуть, что появление нового двигателя открыло новые возможности. Поначалу думали, что достаточно поставить двигатель на крылатый аппарат - и он поднимется в воздух. В 1894 г. знаменитый изобретатель пулемета *Хайрем Максим (1840-1916)* построил огромный самолет с размахом крыльев в 32 метра и весом 3,5 тонны, который потерпел катастрофу при первой попытке подняться в воздух. Это произошло из-за того, что при конструкции первых летательных аппаратов с двигателями изобретатели не учитывали устойчивость их полета в воздухе. В 1890-е гг. немец *Отто Лилиенталь (1848-1896)* совершил около 2 тысяч полетов на сконструированном им планере. Он управлял планером, балансируя своим телом, и мог находиться в воздухе до 30 секунд, пролетая за это время 100

метров. Опыты Лилиенталя закончились трагически, он не смог справиться с порывом ветра и разбился, упав с высоты 15 метров.

В конце XIX в. *на смену телеграфу пришли телефон и радиосвязь*. В 1870-е гг. *Александр Белл (1847-1922) взял патент на телефон и в том же году продал более 800 экземпляров. В 1877 г. была построена первая телефонная станция, а Белл создал фирму по производству телефонов, и через 10 лет в США было уже 100 тысяч телефонных аппаратов.*

Т.А. Эдисон снабдил мембрану иглой, которая записывала колебания на цилиндре, покрытом фольгой. Так появился *фонограф*. В 1887 г. американец *Эмиль Берлинер (1851-1929) заменил цилиндр круглой пластинкой и создал граммофон*. Граммофонные диски можно было легко копировать, и *вскоре появилось множество фирм, занимавшихся звукозаписью.*

Новым шагом в развитии связи было изобретение радиотелеграфа. Научной основой радиосвязи была созданная Максвеллом *теория электромагнитных волн*. В 1886 г. *Генрих Герц (1857-1894) экспериментально подтвердил существование этих волн с помощью прибора, называемого вибратором. В 1895 г. русский инженер Александр Степанович Попов (1859-1906) придумал к когереру антенну и приспособил его для принятия сигналов, испускаемых вибратором Герца*. В марте 1896 г. Попов продемонстрировал свой аппарат на заседании Российского физико-химического общества и произвел передачу сигналов на расстояние 250 метров. Одновременно с Поповым свою радиотелеграфную установку создал молодой итальянец *Гильельмо Маркони (1874-1937)*. В 1898 г. Маркони включил в свой приемник джиггер – прибор для усиления антенных токов, это позволило увеличить дальность передачи до 85 миль и осуществить передачу через Ла-Манш. В 1900 г. Маркони заменил когерер магнитным детектором и осуществил радиосвязь через Атлантический океан. *В октябре 1907 г. фирма Маркони открыла для широкой публики первую радиотелеграфную станцию.*

*В конце XIX века был создан кинематограф*. Появление кино было прямо связано с усовершенствованием изобретенной *Луи Дагером (1781-1851) фотографии*. Англичанин *Р. Мэддокс* в 1871 г. разработал *сухобромжелатиновый процесс*, который позволил сократить выдержку до 1/200 секунды. В 1877 г. поляк *Лев Варнеке* изобрел роликовый фотоаппарат с бромсеребряной бумажной лентой. В 1888 г. немецкий фотограф *Анишоц* создал *моментальный штормый затвор*. После этого появилась возможность делать моментальные снимки. Любопытно отметить, что первый киноаппарат был создан братьями *Люмьеры* в 1895 г. В декабре этого года был открыт первый кинотеатр на бульваре Капуцинов в Париже. В 1896 г. *Люмьеры* объехали все европейские столицы, демонстрируя свой первый кинофильм.

В конце XIX в. создаются *пластмассы*. В 1873 г. *Дж. Хайетт (США)* изобрёл *целлулоид*, вошедший в широкий обиход. Производство искусственного волокна началось после того, как в 1884 г. французский инженер *Г. Шардонё*

разработал метод получения нитрошелка; впоследствии научились производить искусственный шелк из вискозы. В 1899 г. русский ученый *И. Л. Кондаков* положил начало получению синтетического каучука.

*В исследуемый период произошли сдвиги в строительном деле.* Небоскрёбы стали строиться в Чикаго в 80-х гг. XIX в. Самым высоким зданием тех времен был нью-йоркский 58-этажный небоскрёб высотой в 228 метров, построенный в 1913 г. Но высочайшим сооружением была Эйфелева башня – вход на всемирную выставку в Париже, своеобразный памятник «века стали». Воздвигнутая французским инженером Гюставом Эйфелем (1832-1923) на Марсовом поле в Париже в связи со Всемирной выставкой 1889 г., эта ажурная башня имела 300 м высоты. Широкое применение получили в это время конструкции из железобетона. Человеком, открывшим *железобетон*, считается французский садовник *Жозеф Монье (1823-1906)*. Еще в 1849 г. он изготовил кадки для плодовых деревьев с каркасом из железной проволоки. Продолжая свои опыты, он в 60-х году запатентовал несколько способов изготовления труб, резервуаров и плит из бетона с железной арматурой.

*Конец XIX века был временем бурного роста мировой железнодорожной сети. С 1875 по 1917 год протяженность железных дорог выросла в 4 раза и достигла 1,2 млн. километров.* Строительство железных дорог потребовало многократного увеличения производства стали. В 1870-1900 гг. выплавка стали возросла в 17 раз. В 1878 г. английским инженером *С. Дж. Томасом* был введен *томасовский способ* передела чугуна на сталь, позволивший использовать фосфористые железные руды Лотарингии и обеспечивший рудой металлургическую промышленность Германии. В 1892 году французский химик *А. Муассан (1852-1907)* создал *дуговую электрическую печь*. В 1888 г. американский инженер *Ч. М. Холл* разработал *электролитический способ производства алюминия*, открыв дорогу широкому использованию алюминия в промышленности.

В конце века совершенствуется военная техника. В 1887 г. американец *Хайрем Максим* создал *первый пулемет*. *Знаменитый пулемет Максима производил 400 выстрелов в минуту и по огневой мощи был равнозначен роте солдат.* *Произошли изменения в военном кораблестроении.* В 1860 г. в Англии был спущен на воду первый железный броненосец «*Вэрриор*».

Известно, что в XIX в. многие изобретатели предлагали использовать реактивный двигатель (ракету) для летательных аппаратов в пределах земной атмосферы. *Идея использования реактивного аппарата для полетов в космос принадлежит Константину Эдуардовичу Циолковскому (1857-1935), которого заслуженно считают отцом ракетодинамики и космонавтики.*

*Наступление эры электричества привело ко второй волне индустриальной революции.* Если первая волна коснулась преимущественно текстильной промышленности и транспорта, то вторая была более широкой. Прежде всего, она характеризуется ускоренным развитием машиностроения и металлургии. Возрастающая сложность новых технологий привела к тому, что

возникла связь между производством и наукой, становящаяся всё более тесной. Все эти тенденции ещё более ускорились после появления двигателя внутреннего сгорания.

Итак, если эпоха пара была временем доминирования английской промышленности, то новые изобретения способствовали развитию индустрии других стран, в первую очередь США и Германии. Эти государства быстрее, чем всё ещё полагавшиеся на энергию пара консервативные англичане, оценили предоставляемые новыми технологиями возможности и за счёт них совершили рывок вперёд. Но ускоренное индустриальное развитие способствовало обострению международных отношений, особенно между Великобританией и Германией. Рост производительности труда требовал новых и новых рынков сбыта. В результате сложились предпосылки для будущих мировых войн.