

# **ПРИРОДА ТЕХНИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ. СТАНОВЛЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

- 1. Развитие технических наук в Новое и Новейшее время**
- 2. Специфика технических наук и их классификация**
- 3. Уровни научно-технического познания**



# 1. РАЗВИТИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК В НОВОЕ И НОВЕЙШЕЕ ВРЕМЯ




Г. ГАЛИЛЕЙ (1564-1642)

В Новое время происходит постепенное становление *классического научно-технического знания*. В XVII-XIX вв. наука становится доминирующей формой постижения бытия. Распространяется вера в безграничные возможности науки, и эта вера все более укрепляется благодаря нарастающему потоку выдающихся технических достижений.

*Философия начала Нового времени* усилиями Г. Галилея, Т. Гоббса, Р. Декарта, Б. Спинозы, *сформировала новые познавательно-методологические принципы*, повлиявшие на определение критериев научности и прогресс в том числе технического знания.





Эти познавательные-методологические принципы следующие: **квантитативизм** (метод количественного сопоставления по формуле: «познать значит измерить»); **причинно-следственный автоматизм и динамизм** (признание за всеми явлениями действия однозначных, математически выраженных законов, исключение случайности), **сумматизм** (ориентация на сведение сложного к простому, рассмотрение всего как агрегата элементарных частей), **механицизм** (сведение к механике понимания всего мироустройства), **экспериментальность** (превращение эксперимента, как технического, так и мысленного, из иллюстрации знания в главный метод познания, проверка им даже общепринятых воззрений).

*Технические науки* – это система теоретического знания, направленного на изучение и разработку идеальных моделей искусственных материальных средств целесообразной деятельности людей

## В СТАНОВЛЕНИИ И РАЗВИТИИ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК В НОВОЕ ВРЕМЯ МОЖНО ВЫДЕЛИТЬ ТРИ ЭТАПА:

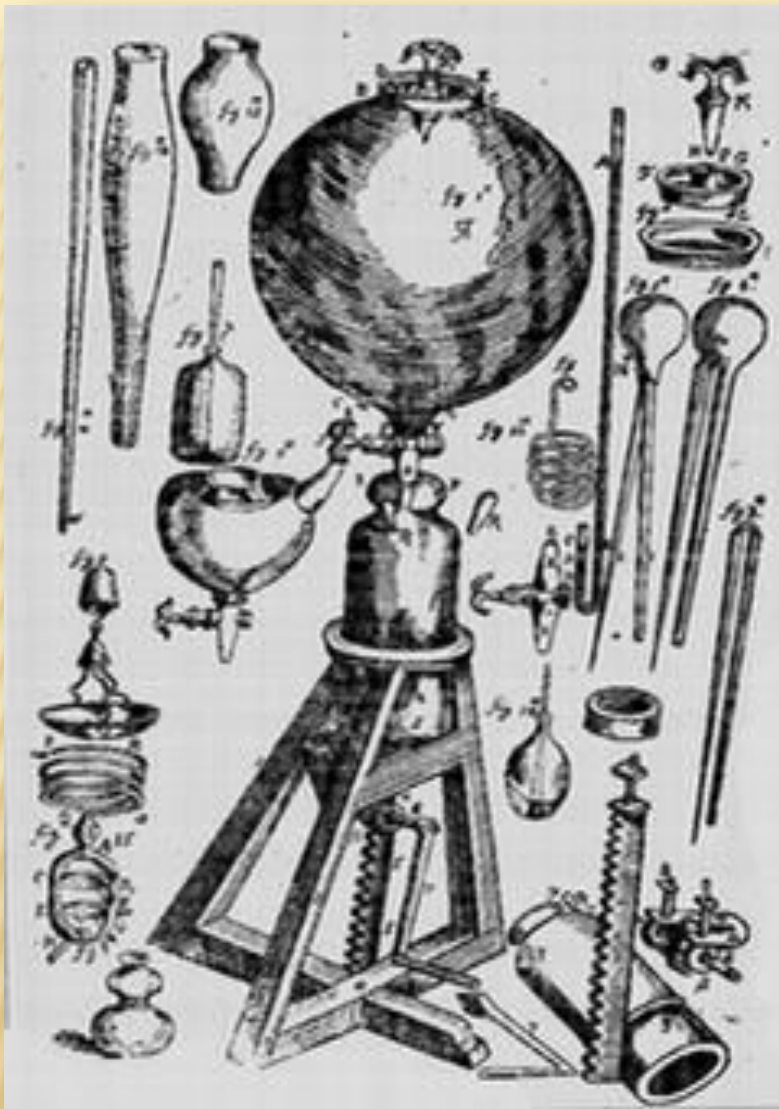
***I этап*** (XVII- середина XVIII в.) – время первой научной революции, которая знаменуется становлением экспериментального метода.

***II этап*** (вторая половина XVIII – середина XIX в.) – характеризуется, во-первых, формированием научно-технических знаний на основе использования в инженерной практике знаний естественных наук и, во-вторых, появлением первых технических наук.

***III этап*** (последняя треть XIX – начало XX в.) характеризуется дисциплинарным оформлением технических наук и построением ряда фундаментальных технических теорий.

**I этап (XVII- середина XVIII в.)** – время первой собственно научной революции, которая знаменуется становлением экспериментального метода и математизацией естествознания как приложения научных результатов в технике. К концу этого этапа, благодаря в первую очередь И. Ньютону, сформировалась первая – *механистическая* – научная картина мира. В этих условиях *техника выступает как объект исследования естествознания*, поскольку становление экспериментальной науки требует создания инструментов и измерительных приборов.

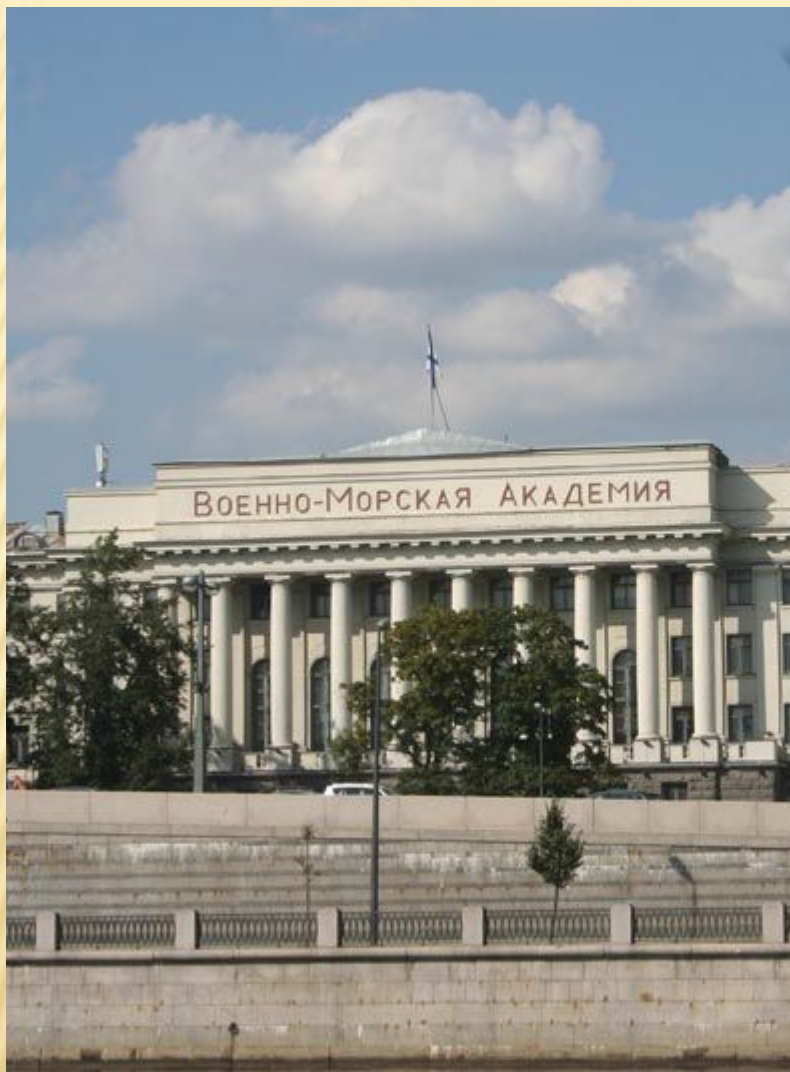




**Воздушный насос Р. Бойля и специальные приборы для опытов с ним. Построен Р. Бойлем в 1659 г.**

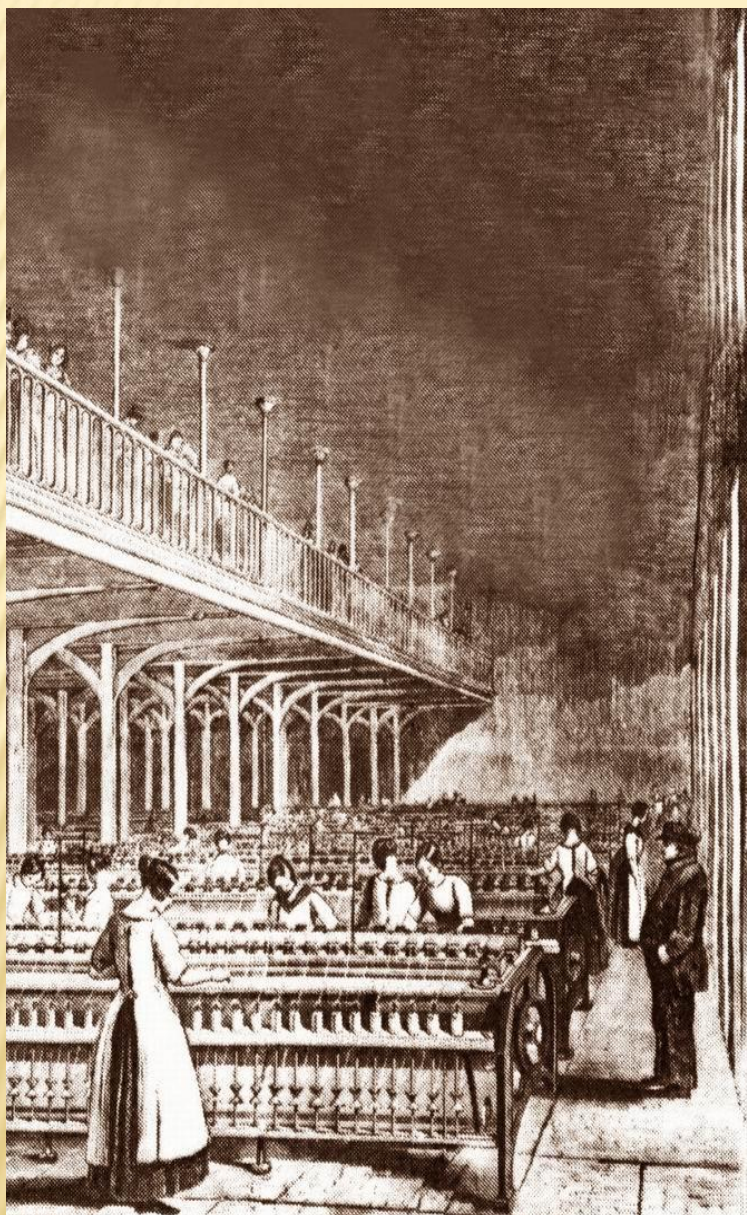
Решению этой проблемы была подчинена значительная часть деятельности ученых-экспериментаторов. Так, Г. Галилей, И. Кеплер, Х Гюйгенс и др. предлагали все более совершенную конструкцию зрительной трубы. Э. Торричелли создал ртутный термометр и дал научное объяснение его действию. О. фон Герике, Р. Бойль изобрели воздушный насос, барометр, а ассистент Бойля Р. Гук – микроскоп. В теоретической части научно-технического знания усилиями Л. Эйлера, Ж.Б. Даламбера были разработаны физико-математические основы технической механики, в частности механики жидкостей и газов, пневматики. Труды С. Стевина, Б. Паскаля и др. формируются как раздел гидростатика как раздел гидромеханики.





**ПЕТЕРБУРГСКАЯ МОРСКАЯ  
АКАДЕМИЯ**

В рассматриваемый период стали появляться первые специализированные технические учебные заведения, главным образом военно-инженерные и горные. В начале XVIII в. подготовка военных инженеров (артиллеристов и строителей) была наиболее широко представлена во Франции. В Восточной Европе в Санкт Петербурге были открыты школа математических и навигацких наук (1700-1701), Петербургская морская академия (1715).

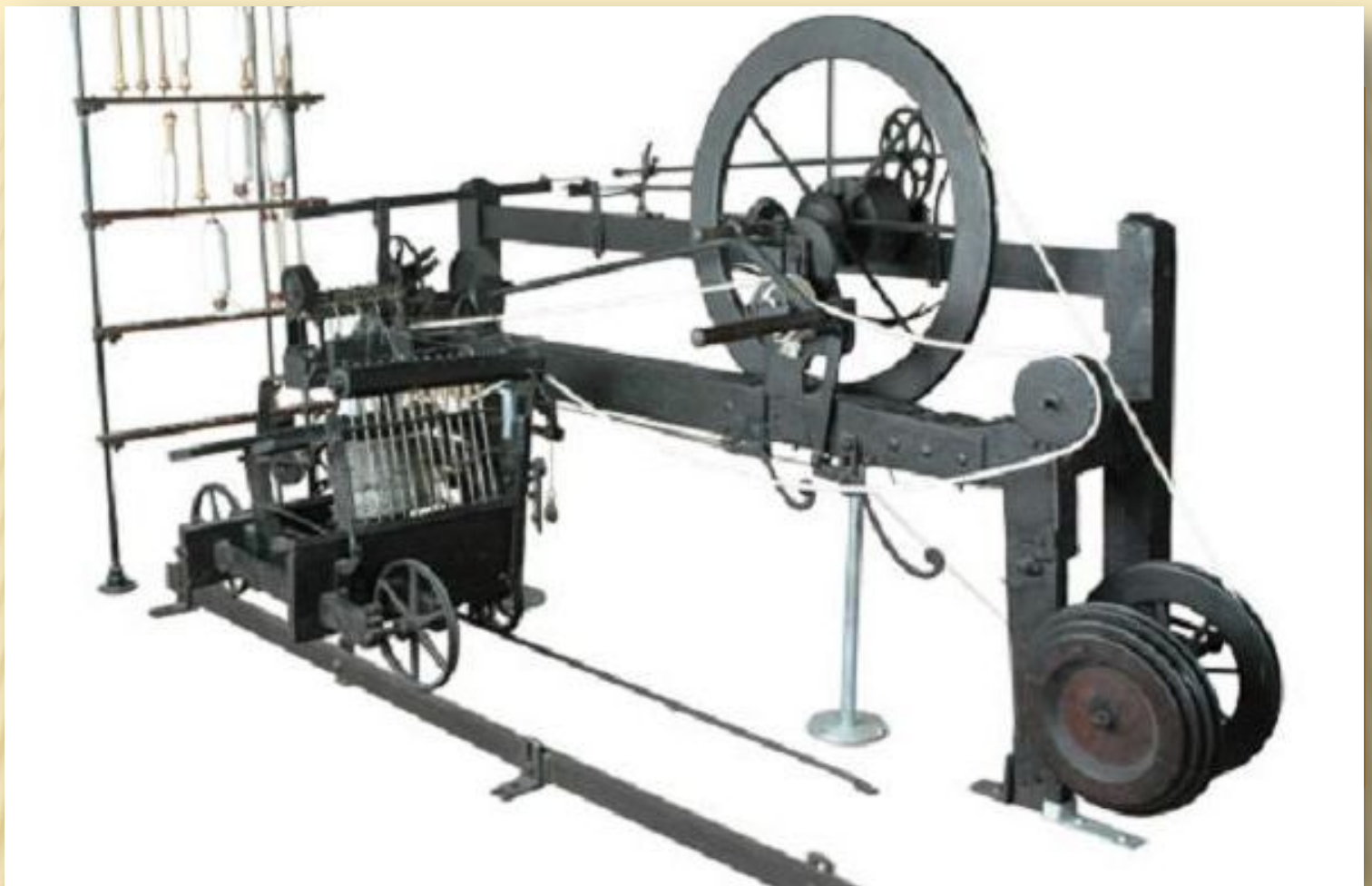


**II этап** (вторая половина XVIII – середина XIX в.) – характеризуется, во-первых, формированием научно-технических знаний на основе использования в инженерной практике знаний естественных наук и, во-вторых, появлением первых технических наук.

Этот качественный скачок неразрывно связан с развитием крупного капиталистического производства и так называемым **промышленным переворотом**.

Исходным пунктом перехода от мануфактурного производства к машинному явилось изобретение и применение **рабочих машин** – части технического устройства, которая непосредственно воздействует на предмет труда и целесообразно изменяет его форму. Другими частями машины являются **двигатель** и **передаточный механизм**.





## **ПРЯЛКА «ДЖЕННИ» Д. ХАРГРИВСА**

Ранее всего рабочие машины появились в текстильном производстве (самолетный челнок Д. Кея, прялка «Дженни» Д. Харгривса. Затем энергетический кризис в горном деле и металлургии стимулировал изобретение универсального теплового двигателя (И.И. Ползунов, Д. Уатт).

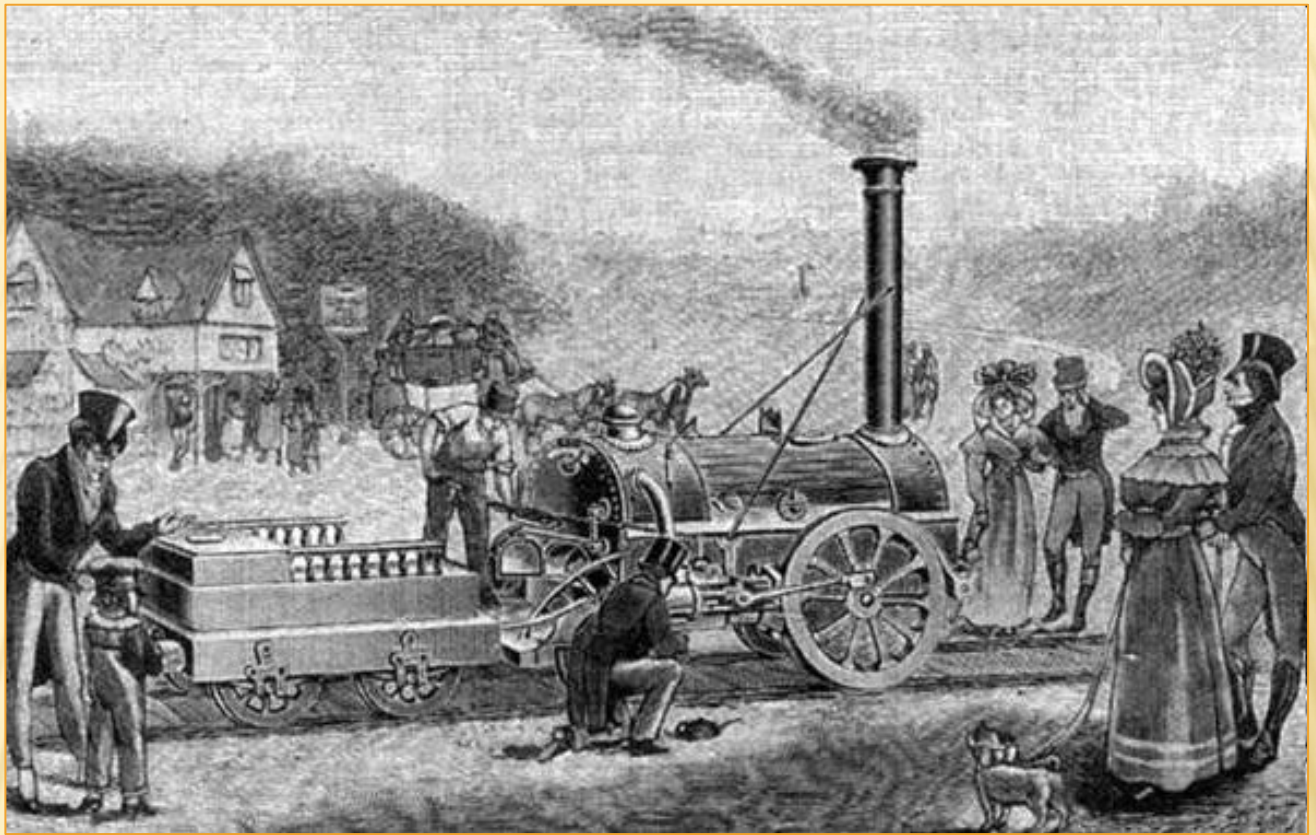




ТОРМОЗНОЙ СУППОРТ  
ЛАМБОРГИНИ

Последней стадией ( XIX в.), стала революция в машиностроении, связанная с изобретением *суппорта*.


Промышленный переворот привел к появлению новых видов производств и стимулировал целый ряд технических изобретений первой половины XIX в., абсолютно изменивших всю систему общественных отношений: парохода (Р. Фултон), железнодорожного локомотива (Р. Тревитик, Д. Стефенсон), разнообразных сельскохозяйственных машин (Д. Туль, Г. Огль и др.) электрического пишущего телеграфа (С. Морзе), фотоаппарата (Ж.Н. Ньепс, Л.-Ж. Дагер, У. Тальбот). Были заложены основы электромеханики (Дж. Генри, Б.С. Якоби и др.)



## ПАРОВОЗ Д. СТЕФЕНСОНА

В условиях роста промышленного производства возникла потребность *в тиражировании и модификации изобретенных инженерных устройств.*

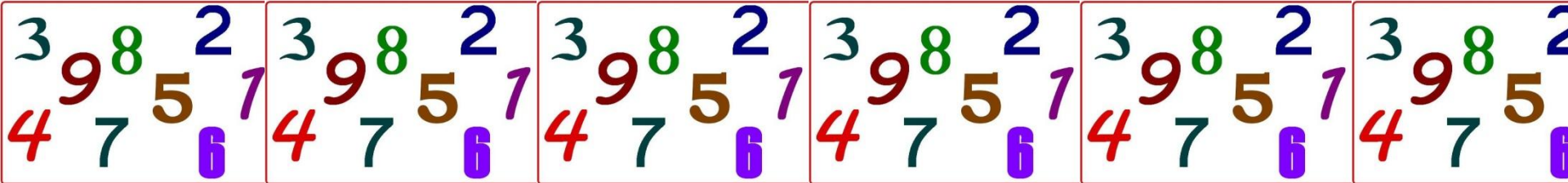




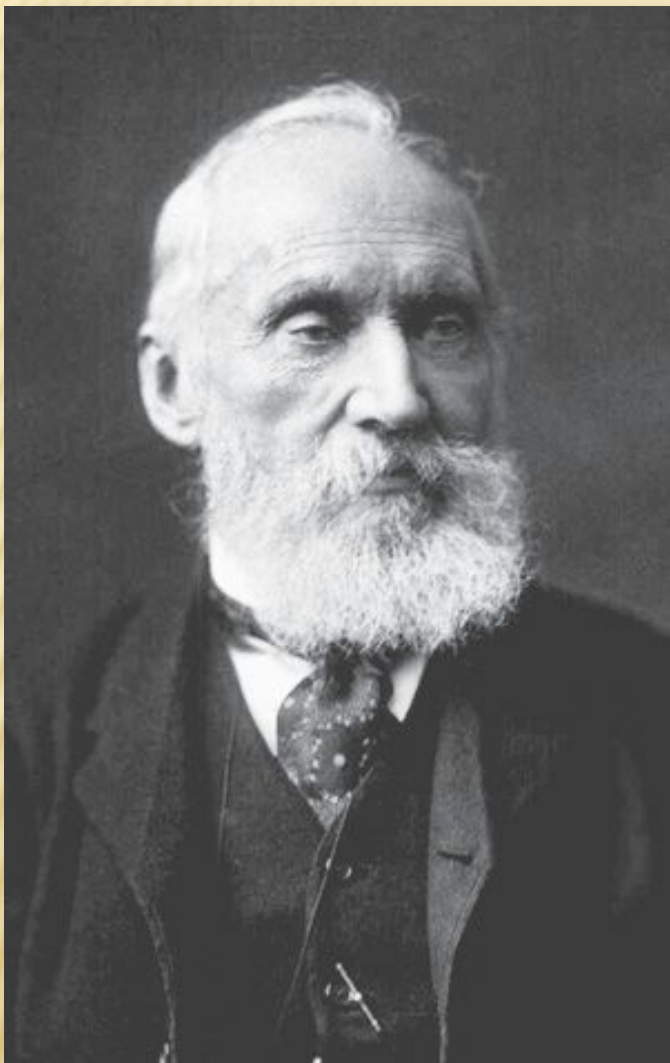
Резко *возрос объем расчетов и конструирования*, в силу чего все чаще инженер имел дело не только с разработкой принципиально нового инженерного объекта (т.е. с изобретением), но и с созданием сходного (модифицированного) изделия (например, машины того же класса, но с другими характеристиками – иной мощностью, скоростью, габаритами, конструкцией).

Разработка области однородных объектов позволяла сводить одни случаи к другим. В результате начали выделяться и описываться определенные группы естественнонаучных знаний и схем инженерных объектов. Фактически *это были первые знания и объекты технических наук*, но существующие пока ещё не в собственной форме. С этим процессом были связаны два других: **ОНТОЛОГИЗАЦИЯ** и **МАТЕМАТИЗАЦИЯ**. *Онтологизация – это поэтапный процесс схематизации инженерных устройств, в ходе которого эти объекты разбиваются на отдельные части и каждая замещается «идеализированным представлением» (схемой, моделью)*. Подобные идеализированные представления вводились для того, чтобы к инженерному объекту можно было применить как математические знания, так и естественнонаучные.





Замещение инженерного объекта математическими моделями требовалось и само по себе – как необходимое условие изобретения, конструирования и расчета, и как стадия построения нужных для этого процедур идеальных объектов естественной науки. Если *на первой стадии используются отдельные математические знания* или фрагменты математических теорий, то *в дальнейшем технические науки переходят к применению целых математических аппаратов (языков)*. Наложившись друг на друга, *процессы сведения, идеализации и математизации привели к формированию первых идеальных объектов технических наук* (схема колебательного контура, кинематического звена, теория идеальной паровой машины и др.)

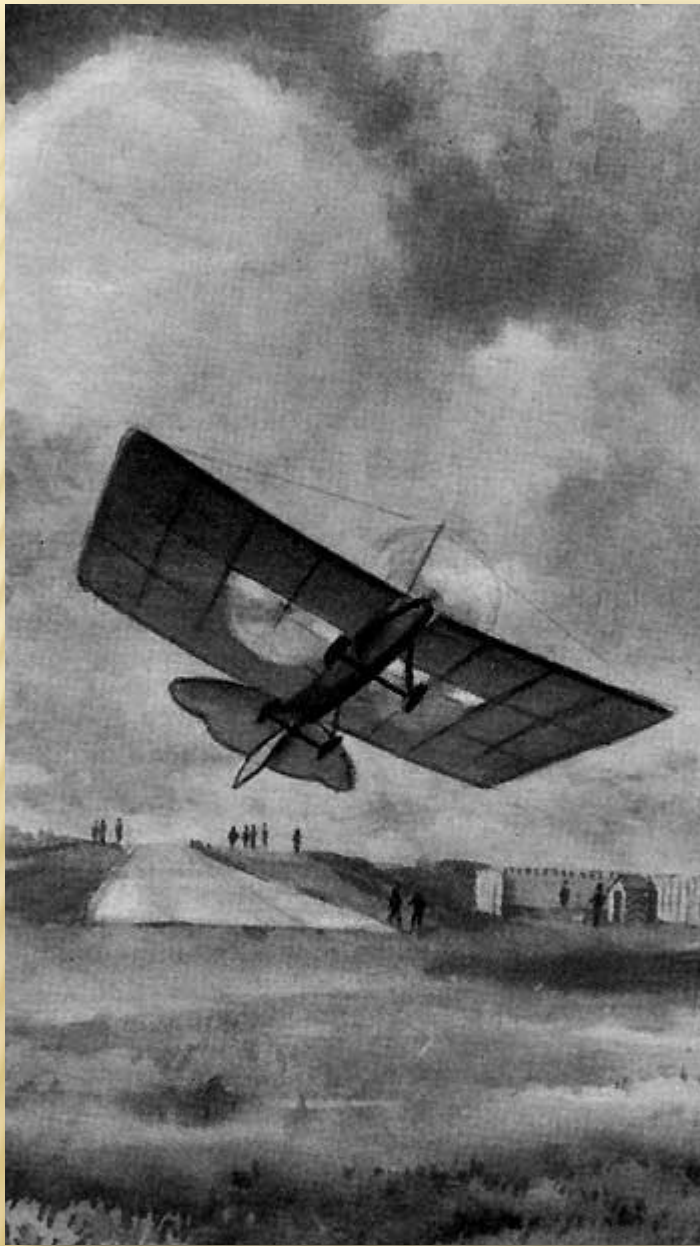


**У. ТОМСОН (1824-1907)**

В рассматриваемый период создается научный фундамент теплотехники, зарождается электротехника, закладываются аналитические основы механических наук: П. Жирар, Л. Пуансо, С. Пуассон, Г. Де Прони заложили научную базу сопромата и машиностроения, Р. Клаузиус и У. Томсон сформировали первый и второй законы термодинамики. Г. Гельмгольц открыл закон сохранения энергии. Во всех европейских странах и Северной Америки складывается система высшего образования. Образцом технического вуза долгое время была Политехническая школа в Париже, основанная в годы Французской революции.

***III этап*** (последняя треть XIX – начало XX в.) – время завершения перехода от простой передачи накопленных предыдущими поколениями технических знаний и навыков к развитию науки через систему профессиональной деятельности и образования, основой которых явилась механическая картина мира. ***Этап характеризуется дисциплинарным оформлением технических наук и построением ряда фундаментальных технических теорий.***





**Первый самолет А.Ф.  
Можайского**

На данном этапе был реализован наиболее важный для развития техники переход от центрального парового двигателя к более экономичным и безопасным, менее габаритным *электродвигателю с переменным током* (Г. Уальд, З. Грамм и др.) и *двигателю внутреннего сгорания* (Н. Отто, Г. Даймлер, Р. Дизель). Это, вместе с прогрессом в металлургии и химической промышленности, привело к целому ряду технических изобретений, важнейшие из которых – гигантский *стальной корабль, трактор, аэроплан* (А.Ф. Можайский, О. Лилиенталь, братья У. и О. Райт), *танк*. Важной особенностью эпохи является и то, что впервые технические новшества поступают в *массовое производство*, а это стало возможным в том числе благодаря изобретению Ф. Тейлором *сборочного конвейера*.



**БРАТЯ ОГЮСТ И  
ЛУИ ЛЮМЬЕР**

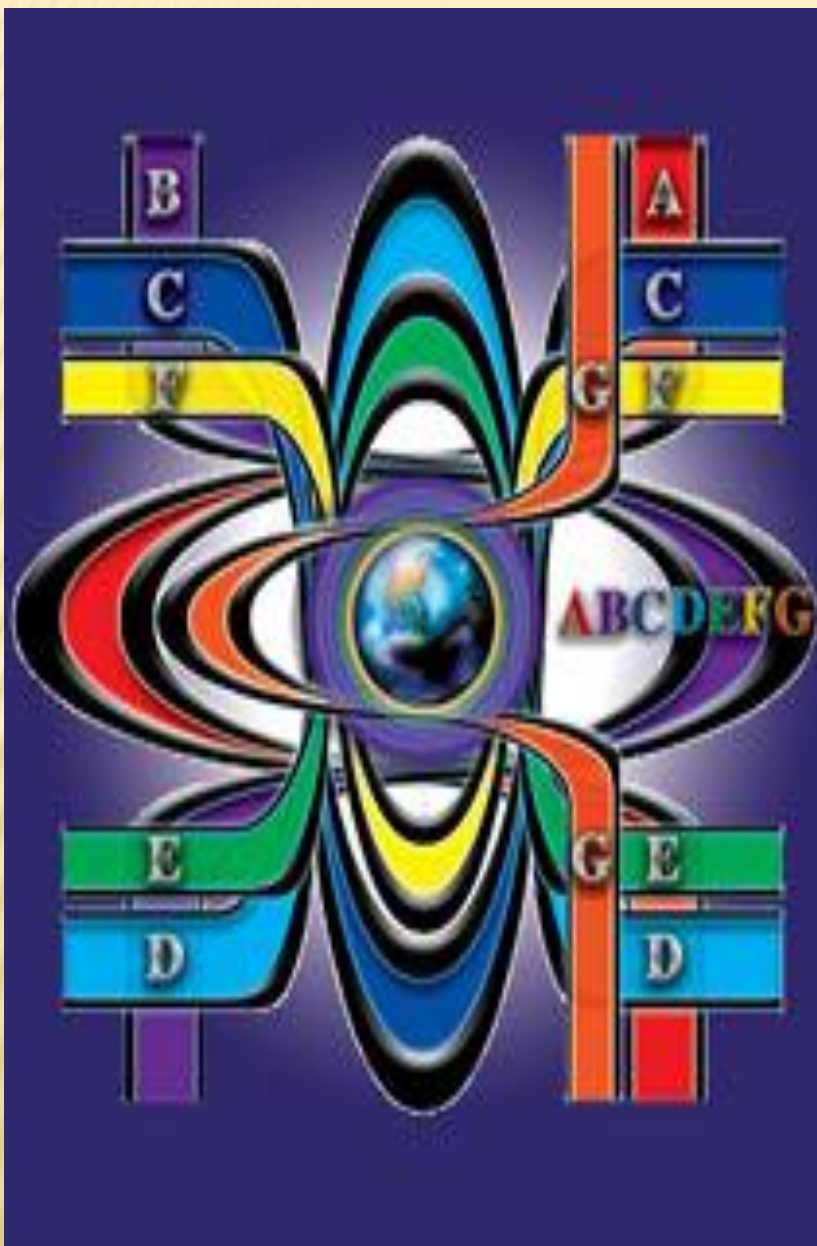
В 1876 г. А. Белл создал первую удовлетворительную конструкцию телефона, и уже через пару лет стали вводиться в эксплуатацию телефонные станции. Интересными изобретениями явились фонограф (Т. Эдисон) и кинематограф (И.А. Тимченко, Ж. Демени, Братья О. И Л. Люмьер и др.). Одним из величайших открытий в области техники явилось изобретение радио (А.С. Попов).

К концу этапа *формируется система международной научной коммуникации в инженерной сфере*: возникает научно-техническая периодика, создаются научно-технические сообщества. Все это способствует *дисциплинарному оформлению классических технических наук* – теории машин и механизмов, теплотехники, электротехники и радиотехники и др.

## Итак, технические знания приобрели все признаки научного знания:

- ◀ научные методы исследования технических проблем;
- ◀ оформление получаемых знаний в виде научного предмета (наличие идеализированных объектов изучения и системы взаимосвязи теорий различного уровня общности);
- ◀ специальную социальную организацию деятельности по выработке этих знаний (каналы научно-технической коммуникации, сеть научно-технических учреждений, система подготовки кадров).





- На рубеже XIX – XX вв. произошла крупнейшая революция в естествознании, знаменовавшая *переход к так называемой неклассической науке.*
- В середине XX в. человечество вступает в новую информационную эпоху, *формируется информационное общество.* В этот период в развитии технических наук углубляются *системно-интегративные тенденции*, что проявляется в масштабных научно-технических проектах (атомная энергетика, ракетно-космическая техника и др.)

# Технические науки неклассического типа называют комплексными техническими науками

◀ *Комплексные технические науки образованы на базе нескольких технических наук и отличаются от классических по объектам исследования.* Помимо обычных технических и инженерных устройств, обычно более сложных, чем в традиционной инженерии, они изучают и описывают еще по меньшей мере три типа объектов:

- 1) *системы «человек-машина»* (ЭВМ, пульты управления, полуавтоматы и т.д.)
- 2) *сложные техносистемы* (инженерные сооружения в городе, самолеты и технические системы их обслуживания, аэродромы, дороги, обслуживающая техника и т.д.);
- 3) *технологии* или *техносферу*.

◀ Иными словами, если *классические технические науки предметно ориентированы* на определенный тип исследуемого и проектируемого объекта – механизм, машину, техническое устройство и т.д., то *неклассические являются проблемно ориентированными* на различные классы сложных научно-технических проблем, хотя объект исследования и проектирования может при этом совпадать.

В Новейшее время завершается процесс институционализации технических наук, то есть создания исследовательских организаций и учреждений, формирования сообщества ученых технической направленности





Появление *постнеклассического* типа научной рациональности, с одной стороны, и крайне ускорение темпов технического прогресса, с другой стороны, вызвали в последние годы заявления о вступлении технических наук в *постнеклассическую стадию* своего развития (с 70-х гг. XX в). *Объектом технического исследования* в этом случае становится новый тип технического феномена, представляющего собой развитую систему четко сложившихся компонентов – технических артефактов, технического знания, технологии, инженерно-технической деятельности, информационно-технической реальности и *технической культуры*.

## Можно выделить следующие закономерности и тенденции развития современного научно-технического знания:

- 1) последовательную эволюцию в направлении формирования целостной системы знаний;
- 2) дисциплинарную организацию, формирование типов технических наук;
- 3) углубление взаимодействия с естественными и социально-гуманитарными науками;
- 4) углубление математизации;
- 5) обретение определяющей роли в усилении взаимодействия науки, техники и производства, в развитии общества;
- 6) способствование формированию техносферы, гармоничной по отношению к природе, обществу и человеку;
- 7) взаимодействие на всех уровнях и во всех формах с инженерной деятельностью.



## 2. СПЕЦИФИКА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ



***Объект исследования технических наук*** – это техника, технология, техническая, инженерная деятельность и практика, определенные закономерности функционирования и развития техники в целом, а также отдельных ее элементов, принципы, способы и методы проектно-технической деятельности, разработки идеальных моделей технических устройств, материализации и «овеществления» технического знания прежде всего в материальном производстве, а затем и в других сферах.

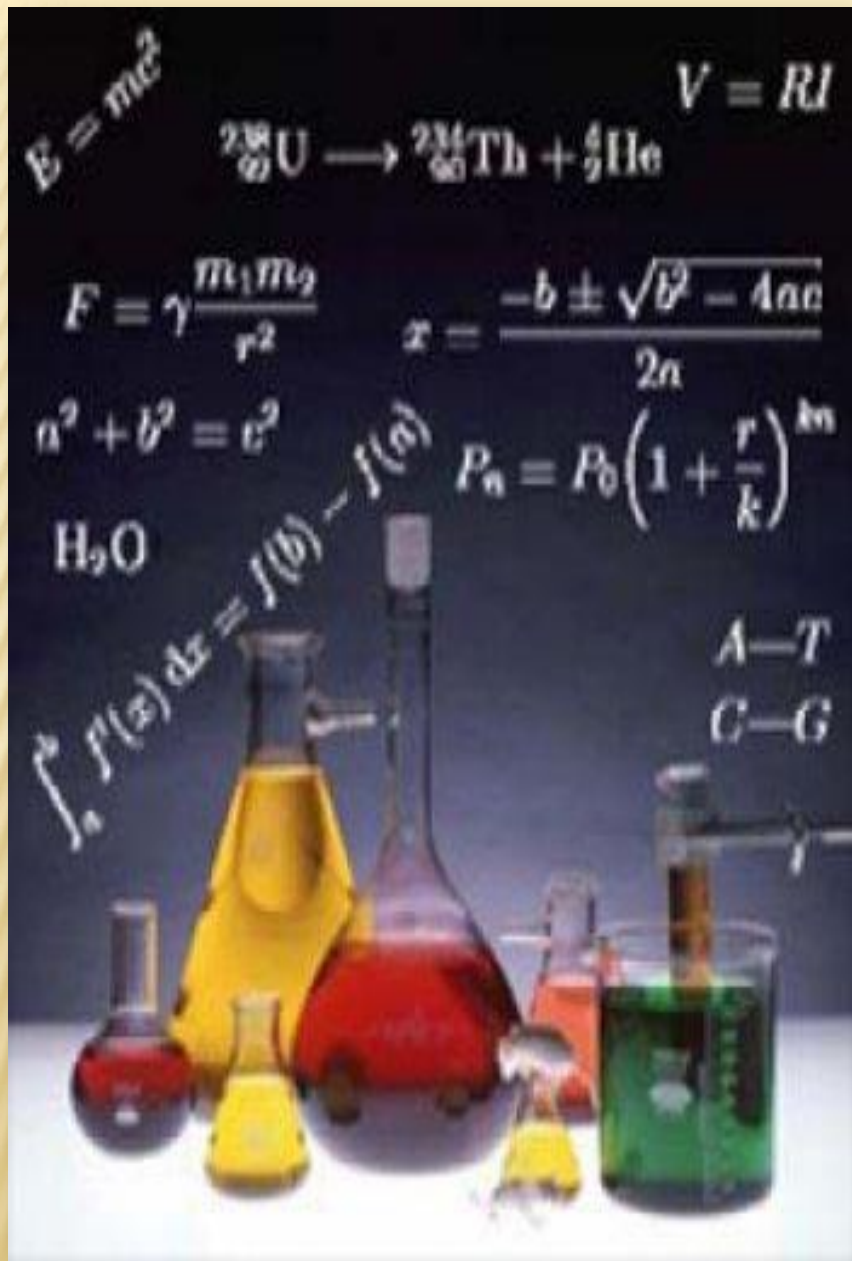
**В 18 в.** в качестве самостоятельных технических наук оформились дисциплины, имеющие механико-математический характер (теория машин, баллистика, гидротехника и т.п.) **В 19 в.** обретают статус самостоятельных наук теплотехника, химическая технология, электротехника и др. Постепенно стал все более осознаваться тот факт, что технические науки представляют собой особый тип научного знания. **В 20 веке** число технических наук достигает нескольких сотен.

# В ЧЕМ ЖЕ СОСТОИТ СПЕЦИФИКА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК?

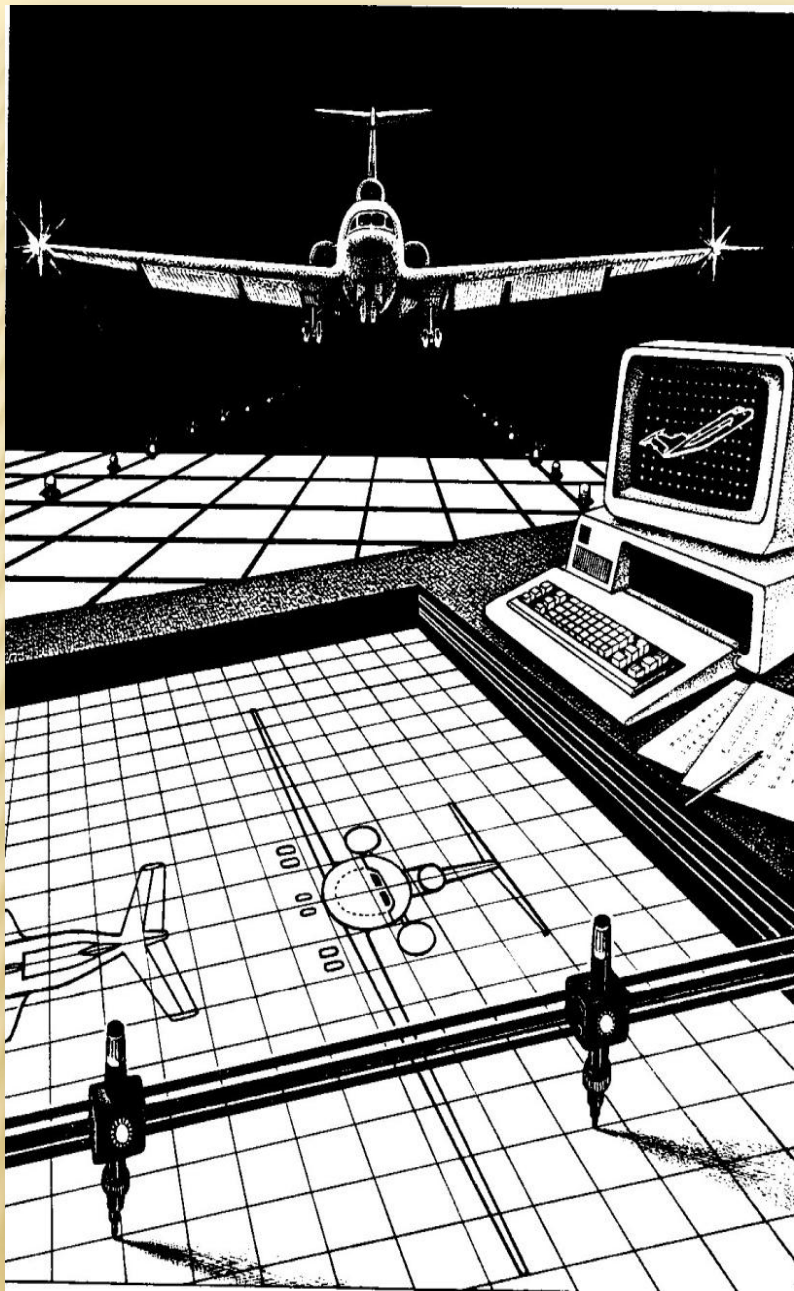
Во-первых, она определяется своеобразием их предметной области. Если в естествознании изучаются природные объекты, то в технических науках – объекты **искусственные**, создаваемые людьми. Эти науки направлены на то, чтобы познать явления, которые имеют место во “второй природе”. Они изучают конструкции технических объектов и процессы, которые в них происходят. Свойствами природных веществ и процессов эти науки интересуются только в той мере, в какой это нужно для того, чтобы получать из природы необходимые материалы, изготавливать из них технические изделия и конструировать технические системы.





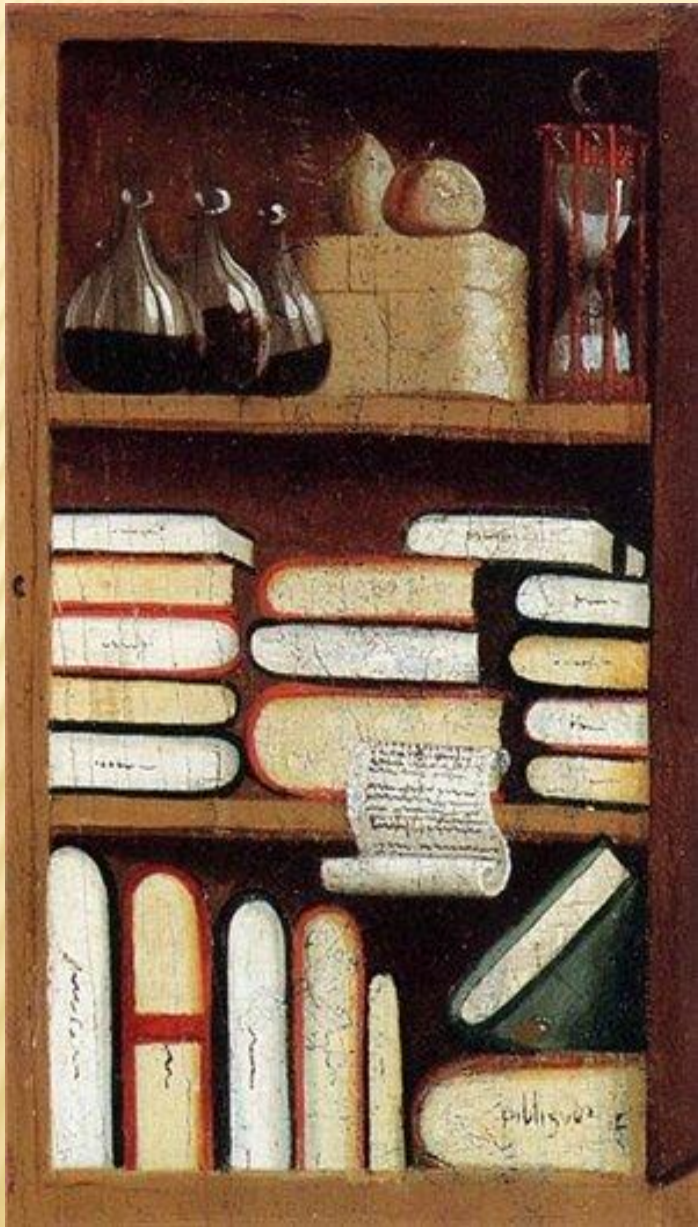


Законы, устанавливаемые техническими науками, можно разделить на две группы. **Первая – это конкретизированные применительно к заданным условиям общие законы физики.** Но из одних только общих физических законов нельзя вывести все зависимости, возникающие в заданных условиях. **Другая группа законов – это специальные законы действующие только в условиях данной технической модели.** Они, разумеется, не могут вступать в противоречие с общими законами природы, но и не могут быть логически выведены из последних без учета дополнительных данных. Установление таких законов опирается на обобщение сведений, полученных в экспериментах над устройствами, в которых реализуются условия, заданные теоретической моделью.



Во-вторых, специфика технических наук связана с их *нацеленностью на практическую пользу*. Другие науки в большей или меньшей мере также служат этой цели, но в технических науках она ставится наиболее прямо и отчетливо. *Эти науки призваны непосредственно служить руководством для организации эффективной практической деятельности в мире техники.*





- Практическая направленность технических наук выражается в том, что в них сочетаются два рода знаний: **дескрипции** (описания и объяснения) и **проскрипции** (предписания).
- *Дескриптивное знание складывается из описаний и объяснений, касающихся всех сторон технического объекта:* материалов из которых он делается; конструкции (структуры объекта, его элементов, узлов, систем и связей между ними); технологических процессов его производства и эксплуатации; принципов действия и функций.





□ *Проскриптивное знание – это регулятивы, нормативы, рецепты действий, которые должны быть осуществлены при производстве и эксплуатации технического объекта* (разумеется, регулятивы тоже могут словесно описываться). В английском языке проскриптивное знание обозначается словосочетанием “know how” – “знаю как” (в отличие от него о дескриптивном знании можно сказать, что оно есть “знание что”).

□ Дескриптивное техническое знание служит основой проскриптивного: для того чтобы действовать, надо знать, в какой ситуации должны действия совершаться, т.е. опираться на **описания** ситуации. На дискрипциях строится обоснование проскрипций. Вместе с тем знание о том, как надо действовать, помогает понять процессы, происходящие в технических объектах.

**Третьей** специфической чертой технических наук является их **проектный характер**. Они предназначены не только для описания и объяснения того, что уже есть в существующей технике и технологии, но и для проектирования того, что может быть создано, а также исследования проектов.

Технический проект обычно подвергается экспертизе и оценке в двух основных аспектах.

*Первый аспект – это его конструктивно-функциональные качества.* Здесь важно оценить его осуществимость, способность выполнять те функции, которые на него возлагаются.

*Второй аспект – это полезность.* Оценка ее требует учета индивидуальных и общественных потребностей, которые проект призван удовлетворить. Тут очевидным образом сказывается связь технических наук с социальными проблемами – экономическими, культурными, психологическими, эстетическими, правовыми и т.д.

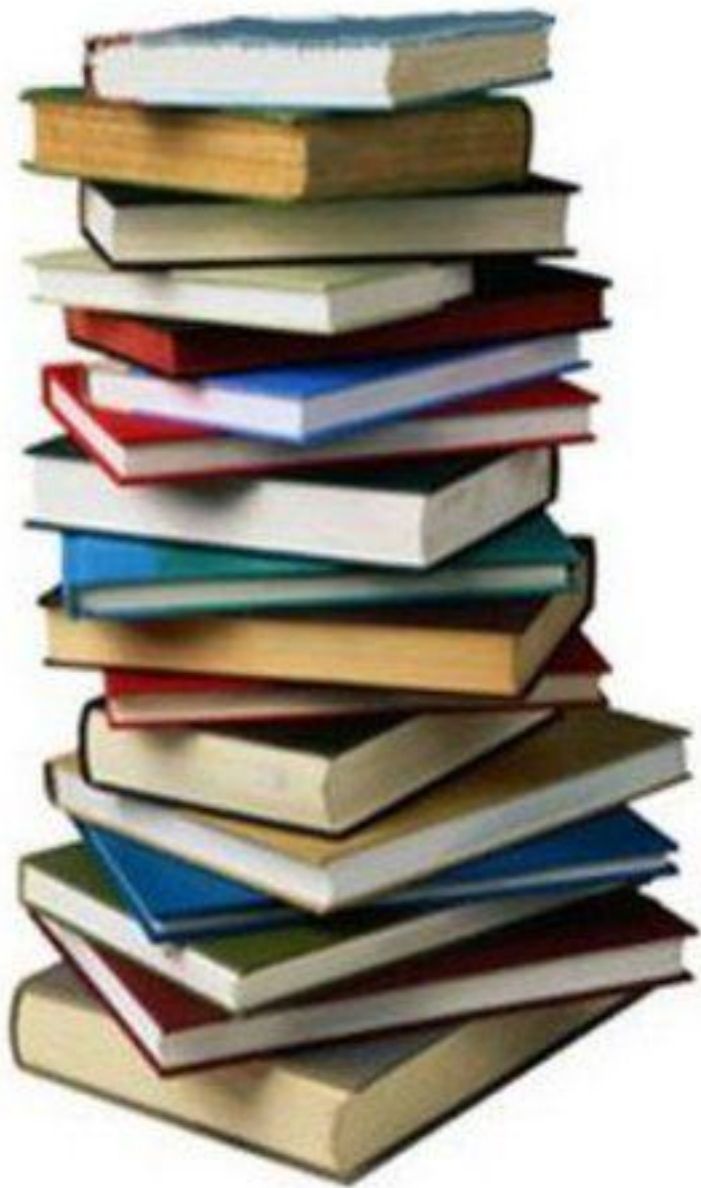
# КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

---

**Принято выделять три большие группы технических наук:**

- 1) науки, изучающие технические свойства материалов;**
- 2) науки, изучающие технологические способы производства, т.е. технологические науки;**
- 3) науки об устройствах.**







▣ *Внутри каждой из этих больших групп технических наук выделяют общие и специальные технические науки.* Применительно, например, к техническим наукам об устройствах к общим наукам относятся науки о процессах (техническая термодинамика, гидравлика и др.). Специальные же технические науки возникают на пересечении общих наук о процессах и наук о структурно-функциональных свойствах (например, теория паровых генераторов и паровых турбин, промышленная теплоэнергетика – на пересечении гидравлики и металлургии).

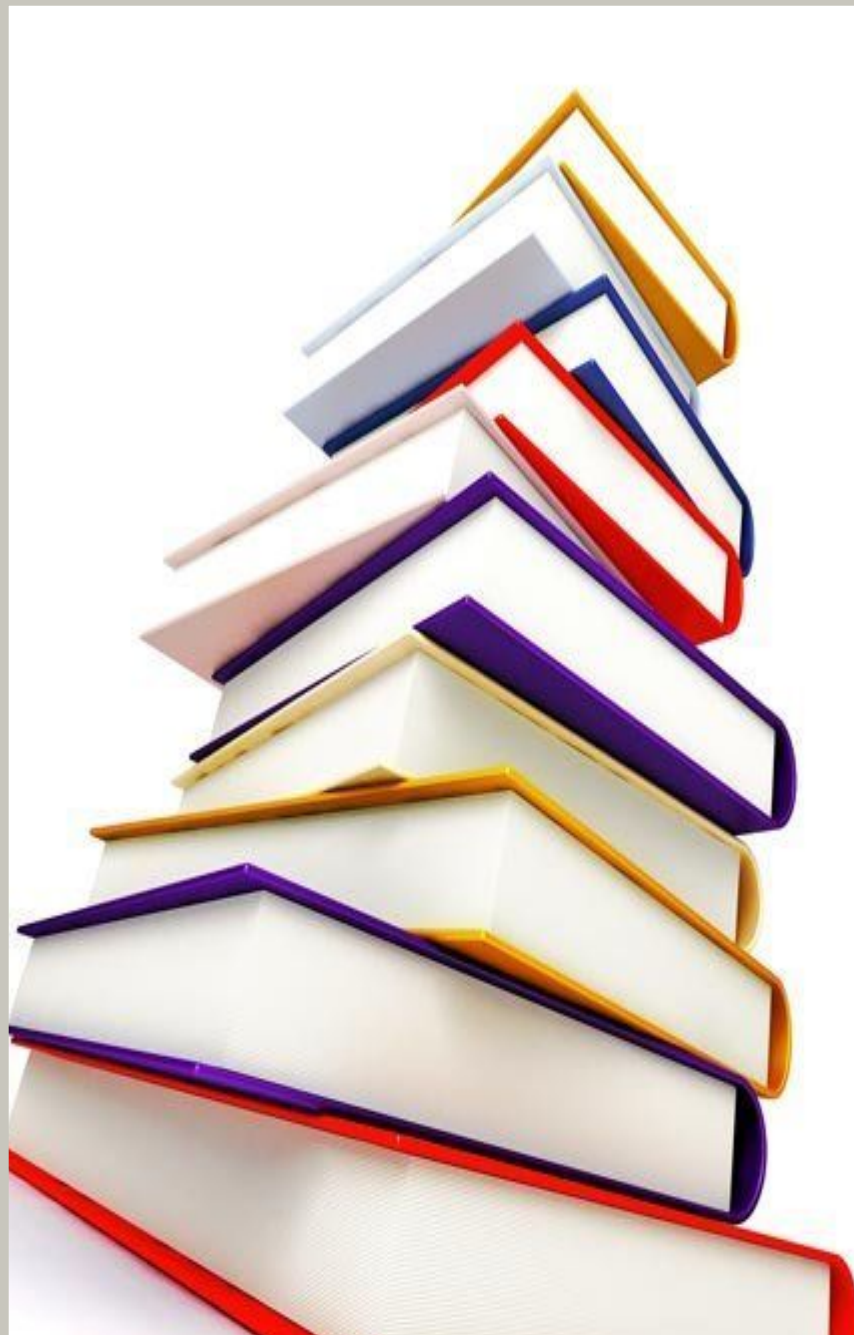


### **3. УРОВНИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ И ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

- 
- Различные технические науки исследуют процессы функционирования структурных элементов техники как общественной материальной системы, построения, производства и эксплуатации новых технических объектов внутриотраслевого, отраслевого и межотраслевого назначений. Отсюда *разная степень их общности и фундаментальности*. Технические науки раскрывают закономерности, принципы и методы реализации всех отмеченных процессов, поэтому, как и многие другие, имеют свои фундаментальные и прикладные области.
  - **Фундаментальные технические исследования** направлены на получение новых научных знаний и выяснение фундаментальных закономерностей развития и функционирования техники и технологии, на построение технической теории. Их результаты адресованы главным образом другим членам научного сообщества.



- 
- ***Прикладные технические исследования*** непосредственно направлены на решение различных практических, технико-технологических, инженерных проблем и задач. Их результаты адресованы производителям и заказчикам, клиентам.
  - ***В этих исследованиях акцент сделан на «овеществление», «утилизацию» технического знания, на выборку проектно-методических рекомендаций по применению технического знания в технической и инженерной практике.***
  - Иными словами, ***прикладное исследование – это такое исследование, результаты которого адресованы производителям и заказчикам*** и которое направляется нуждами или желаниями этих клиентов, фундаментальное же исследование адресовано другим членам научного сообщества.



*Для современного этапа развития науки техники характерно использование результатов фундаментальных исследований для решения прикладных проблем.* Тот факт, что исследование является фундаментальным, еще не означает, что его результаты не утилитарны. Работа же, направленная на прикладные цели, может быть весьма фундаментальной. Критериями их разделения являются в основной временной фактор и степень общности. Вполне правомерно сегодня говорить и о фундаментальном промышленном исследовании.



Важной характеристикой структурной организации любой науки является выделение *двух уровней познания: теоретического и эмпирического*.

На теоретическом уровне осмысливаются познанные и непознанные аспекты объекта познания, а следовательно, определяются направление и цели дальнейшей эмпирической деятельности. При этом *теоретическое знание не является в чистом виде обобщенным логическим отражением эмпирической информации*.





В настоящее время технические науки имеют собственный, не сводимый к другим, *теоретический уровень*, представляющий собой ряд абстрактных технических систем.

Здесь прежде всего необходимо указать на существование областей технического знания, выходящих за пределы отдельных наук, носящих междисциплинарный характер.

Существует немало технических теорий **высокого уровня развития**. Ярким примером может служить **теория информации** (основоположник – К. Шеннон). Возникнув как теория отражающая передачу информации по техническим каналам связи, она впоследствии получила более широкую трактовку. То же самое можно сказать относительно **технической кибернетики**.

Своеобразие технических наук заключается в *циклическом характере взаимодействия эмпирического и теоретического уровней*.



*Эмпирический уровень научно-технического знания образуют конструктивно-технические и технологические знания, являющиеся результатом обобщения практического опыта при проектировании, изготовлении, отладке технических систем.*

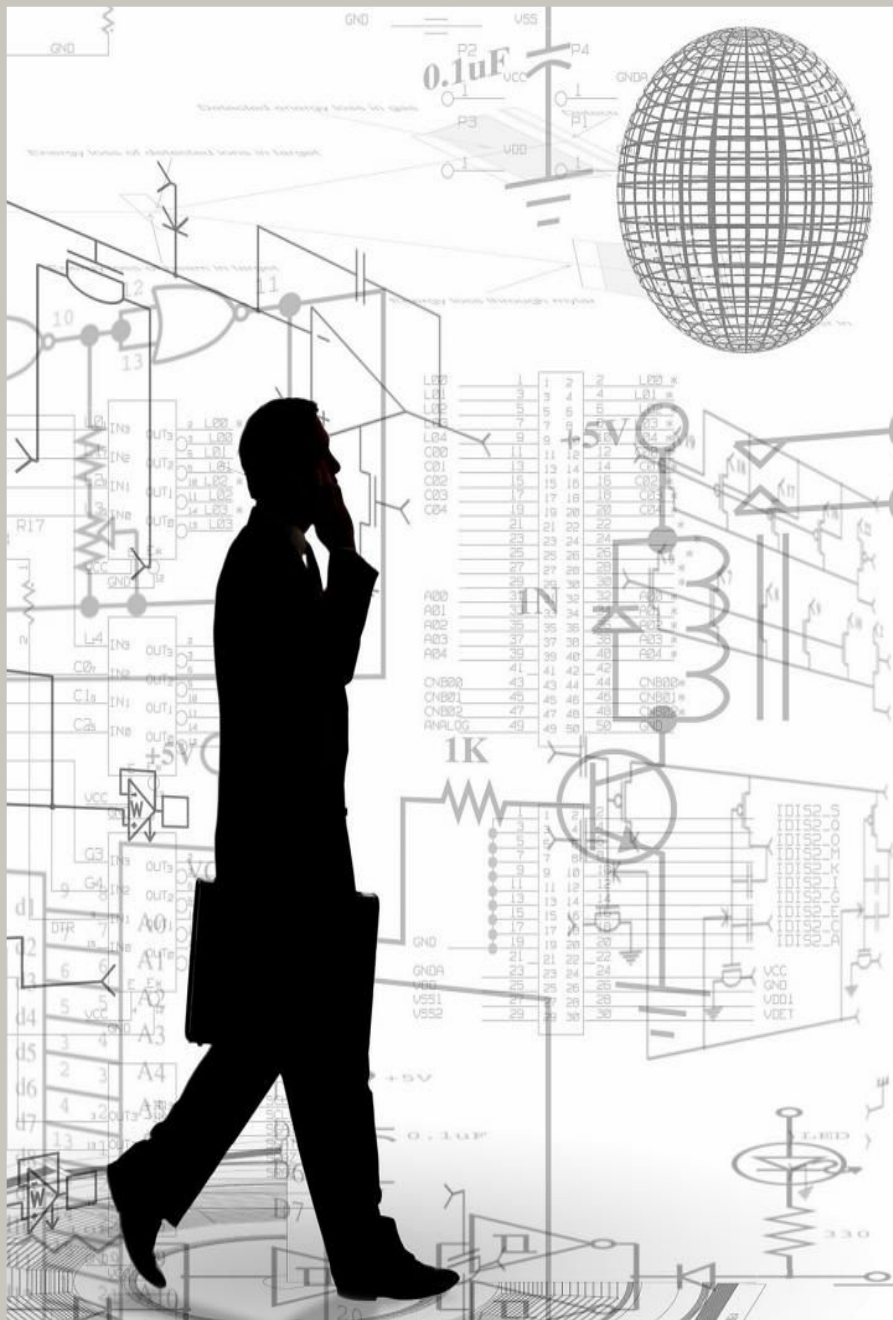
*Конструктивно-технические знания преимущественно ориентированы на описание строения (или конструкции) технических систем и параметров их функционирования.*



*Технологические знания* фиксируют методы создания технических систем и принципы их использования, приемы, разработанные в самой инженерной практике, но рассмотренные в качестве эмпирического базиса технической теории.

Кроме конструктивно-технических и технологических знаний в структуру эмпирического уровня технических наук включаются еще *практико-методологические знания*, которые представляют собой практические рекомендации по применению научных знаний, полученных в технической теории, в практике инженерного проектирования.





В современных инженерно-технических и технологических науках *эмпирические исследования имеют преобладающее значение.*

Эмпирический уровень в технических науках трактуется расширенно, то есть исследования не заканчиваются отработкой экспериментального образца. Отсюда следует его самая важная особенность, абсолютно отличающая технические науки от всех прочих областей научного знания и заключающаяся в том, что эмпирический уровень в технических науках содержит особый подуровень – *внедрение в массовое производство.*

В учебной литературе предлагается и **горизонтальная организация** научно-технического знания. В этом случае оно делится на *тестологическое и модельно-проективное знание*.

Главными задачами *тестологического знания*, основанного на положениях метрологии и процедуре измерения, являются:

1. Описание программ, макетов и определений, применяемых для моделирования проекта и осуществления экспериментов.
2. Описание стандартов и ГОСТов, которым должны соответствовать измерения, параметры свойств и описаний элементов рассматриваемой конструкции узла, агрегата, машины или технологического процесса.
3. Сравнение характеристик технического изделия и технологического процесса или материала с имеющимися стандартными образцами и нормативными документами

***Модельно-проективное знание*** в собственно технических и технологических науках имеет специальную семиотическую форму, включающую в себя:

- ◀ чертежи, схемы, эскизы, технические рисунки;
- ◀ описание процессов через формулы, схемы получения на выходе требуемого результата;
- ◀ проектную документацию, включающую технологические инструкции и т.д., описывающую отдельные этапы (фазы) становления процесса в единое целое, а также контроля за их выполнением.

В качестве **математического инструмента**, помогающего графической реализации предлагаемой модели, выступает в первую очередь ***начертательная геометрия***.



## *Важным результатом развития инженерно-технических и технологических знаний было появление высшего политехнического образования*

- Первые учебные заведения для подготовки инженеров были созданы в XVII в. в Дании и во Франции.
- Первым известным классическим техническим вузом считается Парижская политехническая школа (1794 г.).
- Первые технические школы были военно-инженерными и горными. В начале XVII века ведущая роль в подготовке военных инженеров (артиллеристов-строителей) принадлежала Франции.
- В Восточной Европе в Санкт Петербурге были открыты Пушкарская школа (1699), Школа математических и навигацких наук (1700-1701) , Петербургская морская академия (1715).
- С 1876 г. работало Гомельское железнодорожное училище, которое готовило специалистов средней квалификации. В 1920 г. Открыт Белорусский политехнический институт. В 1930-м был открыт Гомельский лесотехнический институт (с 1945 г. в Минске); в 1961 г. Белорусский технологический институт (БНТУ с 1993) и др.
- История ГГТУ имени П.О. Сухого начинается в 1968 г. (филиал), самостоятельный статус вуз приобретает в 1981 г., а с 1998 года становится университетом.