

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:

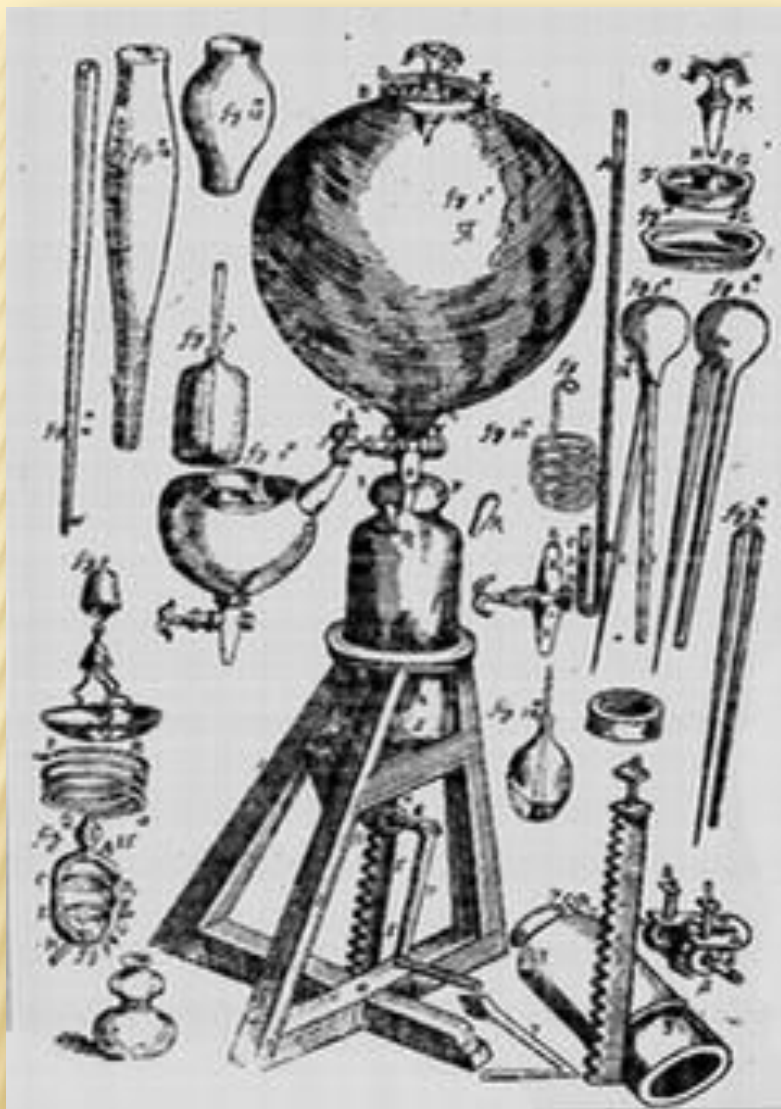
I этап (XVII- середина XVIII в.) – время первой научной революции, которая знаменуется становлением экспериментального метода.

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.

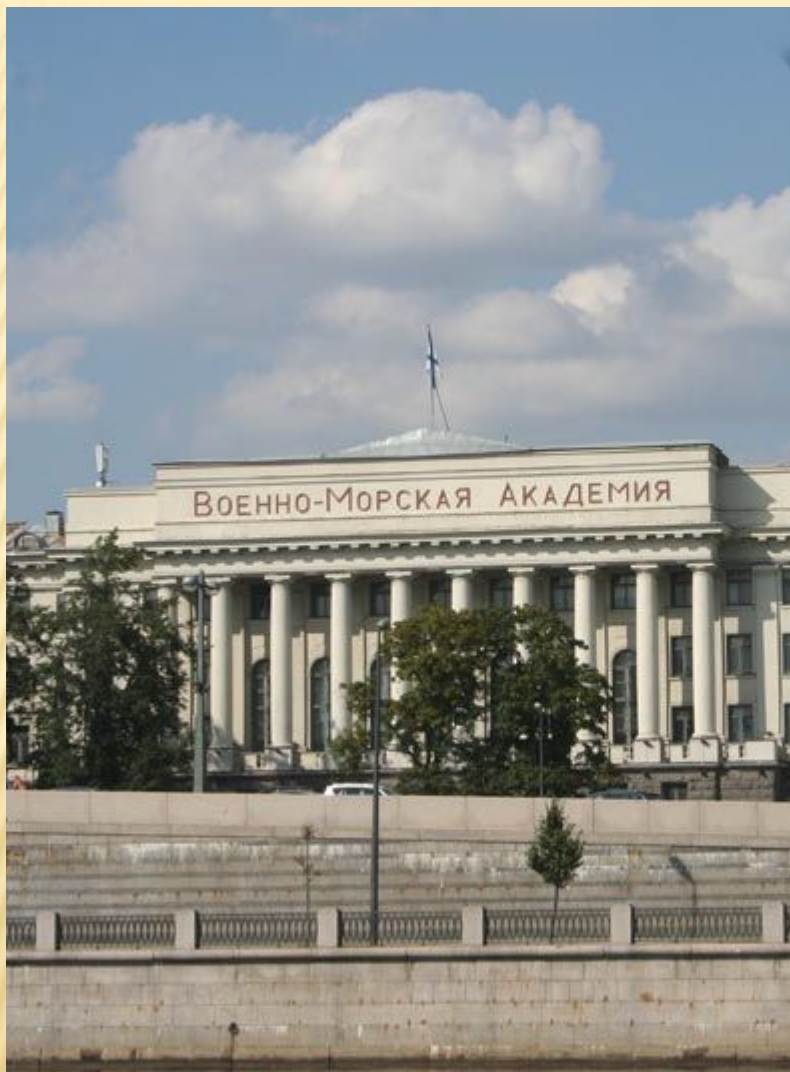


I этап (XVII- середина XVIII в.) – время первой собственно научной революции, которая знаменуется становлением экспериментального метода и математизацией естествознания как приложения научных результатов в технике. К концу этого этапа, благодаря в первую очередь И. Ньютону, сформировалась первая – *механистическая*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



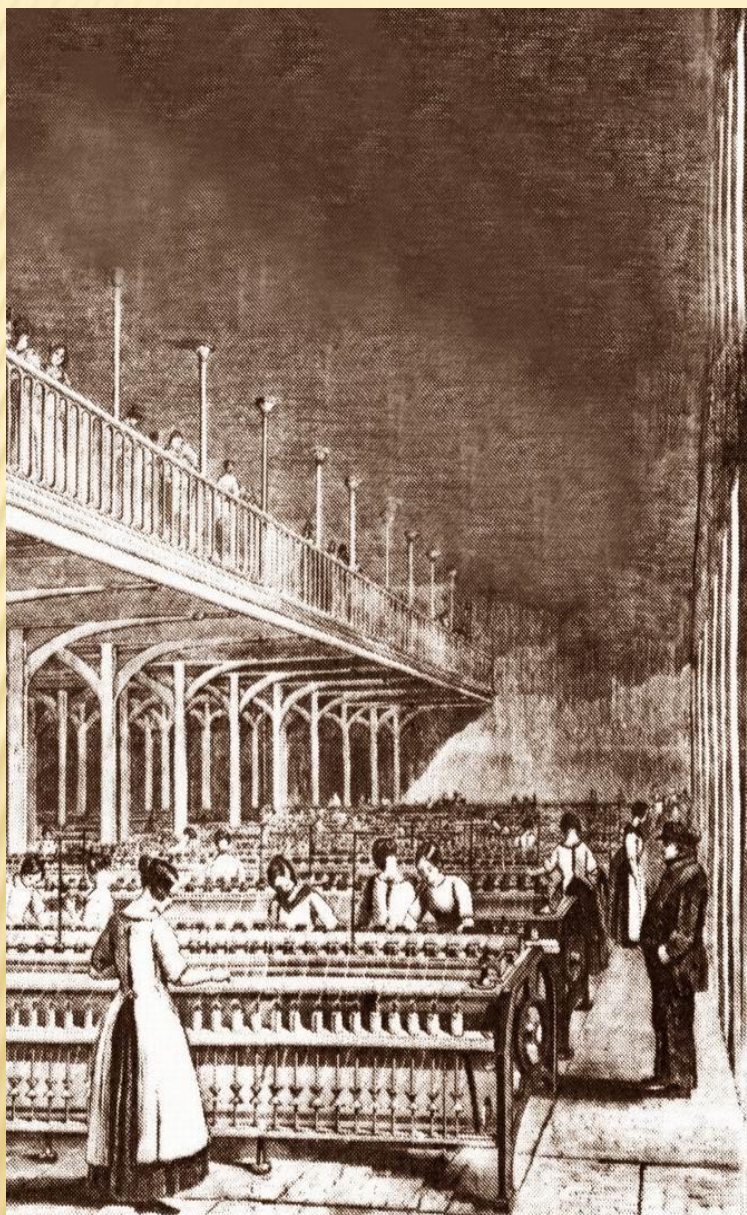
**Воздушный насос Р. Бойля и
специальные приборы для
опытов с ним. Построен Р.
Бойлем в 1659 г.**

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. Трудом С. Стевина, Б. Паскаля и др. формируется гидростатика как раздел гидромеханики.



**ПЕТЕРБУРГСКАЯ МОРСКАЯ
АКАДЕМИЯ**

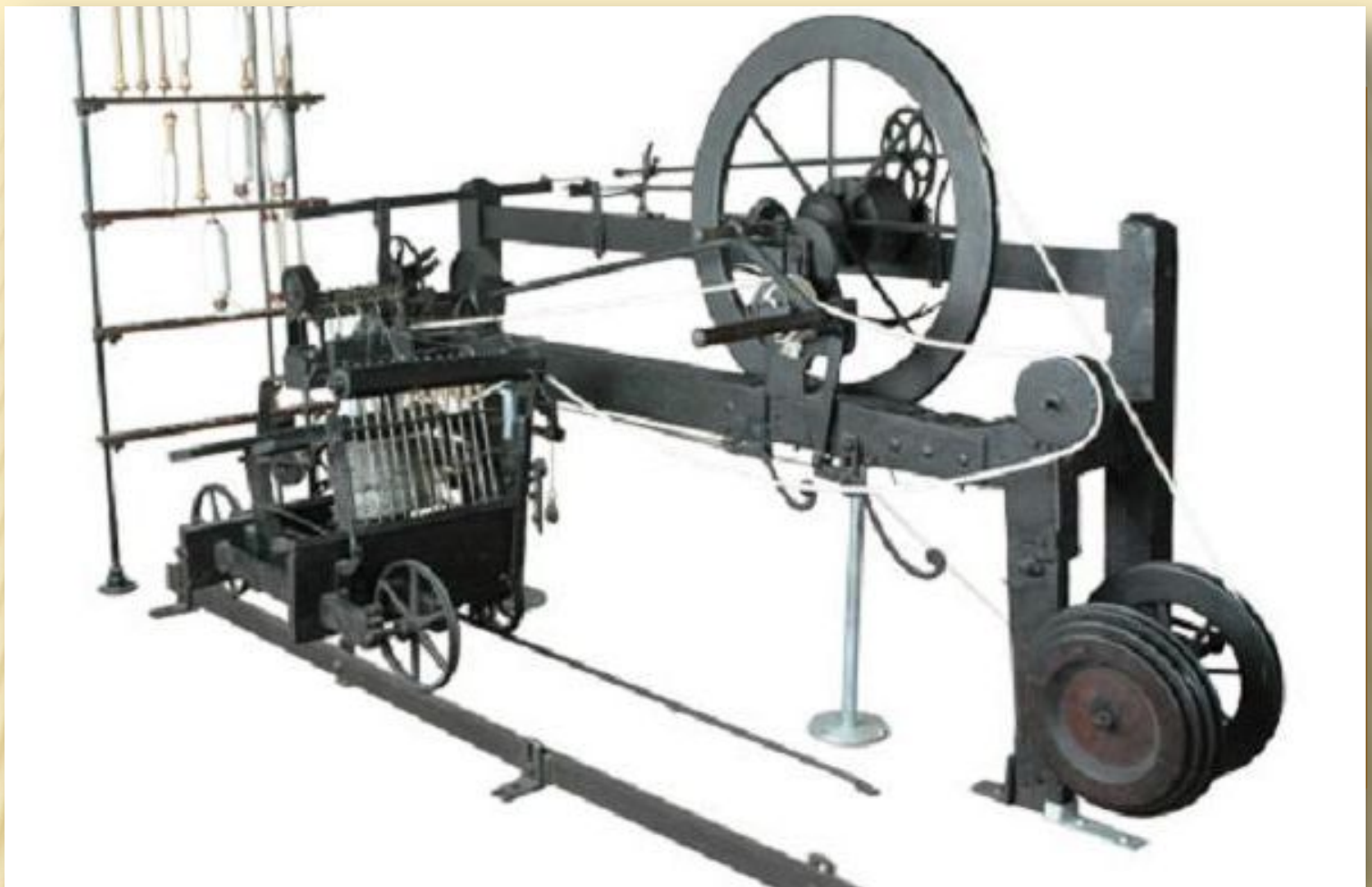
В рассматриваемый период стали появляться первые специализированные технические учебные заведения, главным образом военно-инженерные и горные. В начале XVIII в. подготовка военных инженеров (артиллеристов и строителей) была наиболее широко представлена во Франции. В Восточной Европе в Санкт Петербурге 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

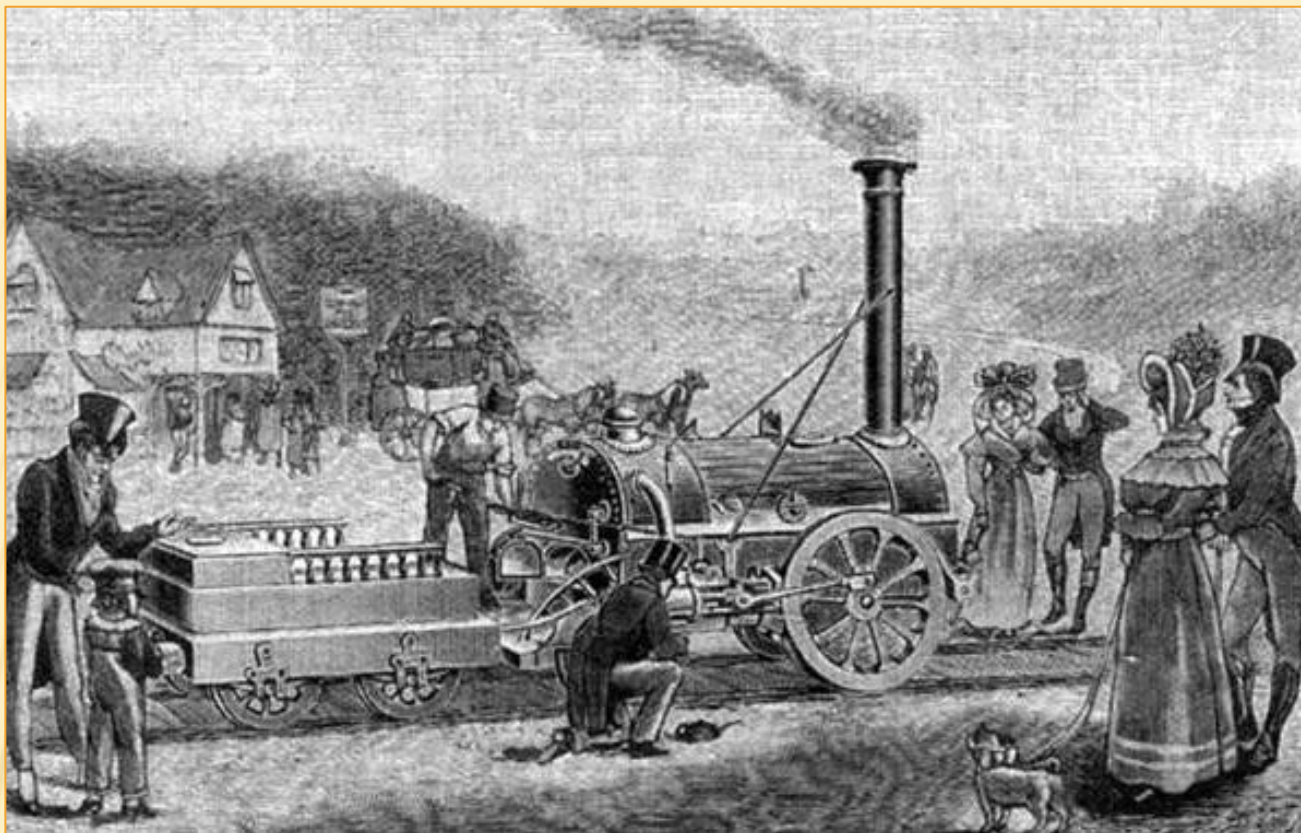
Ранее всего рабочие машины появились в текстильном производстве (самолетный челнок Д. Кея, прялка «Дженни» Д. Харгривса. Затем энергетический кризис в горном деле и металлургии стимулировал изобретение универсального теплового двигателя (И.И. Ползунов, Д. Уатт).



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.)



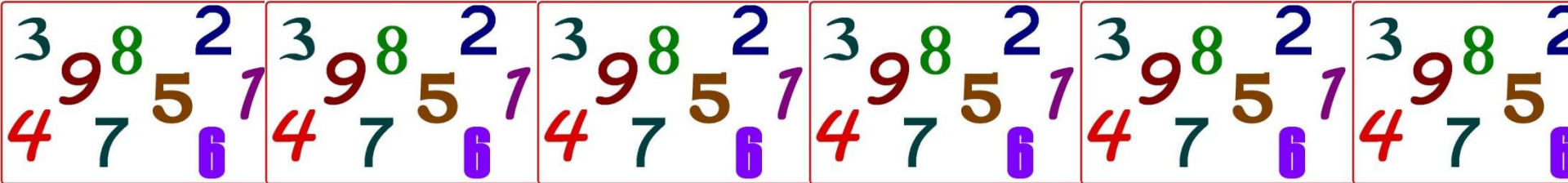
ПАРОВОЗ Д. СТЕФЕНСОНА

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

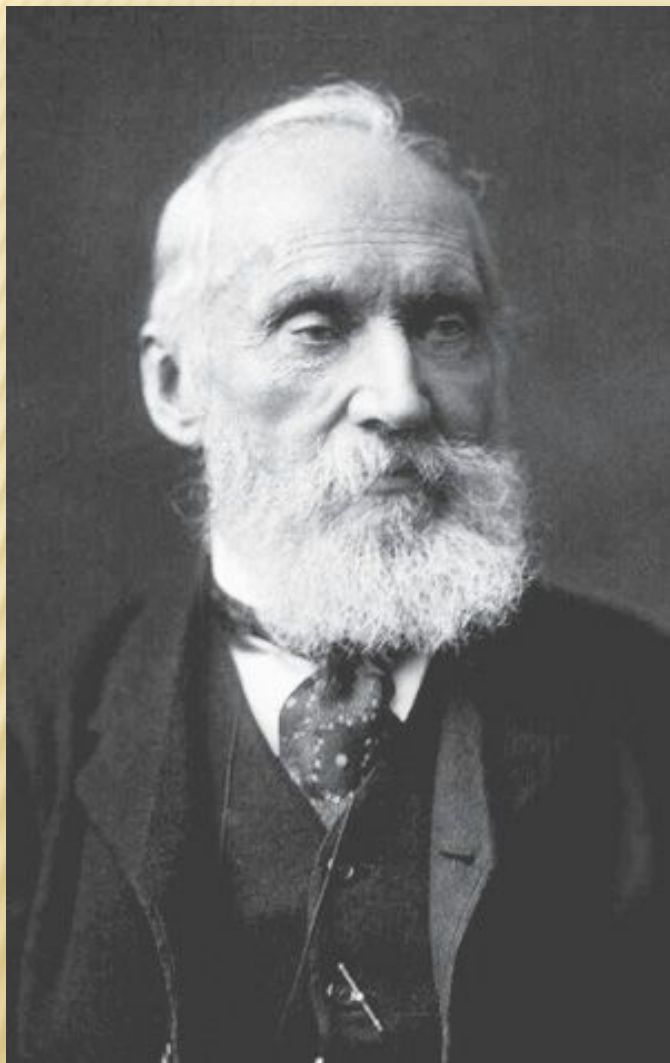


Резко *возрос объем расчетов и конструирования*, в силу чего все чаще инженер имел дело не только с разработкой принципиально нового инженерного объекта (т.е. с изобретением), но и с созданием сходного (модифицированного) изделия (например, машины того же класса, но с другими характеристиками – иной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



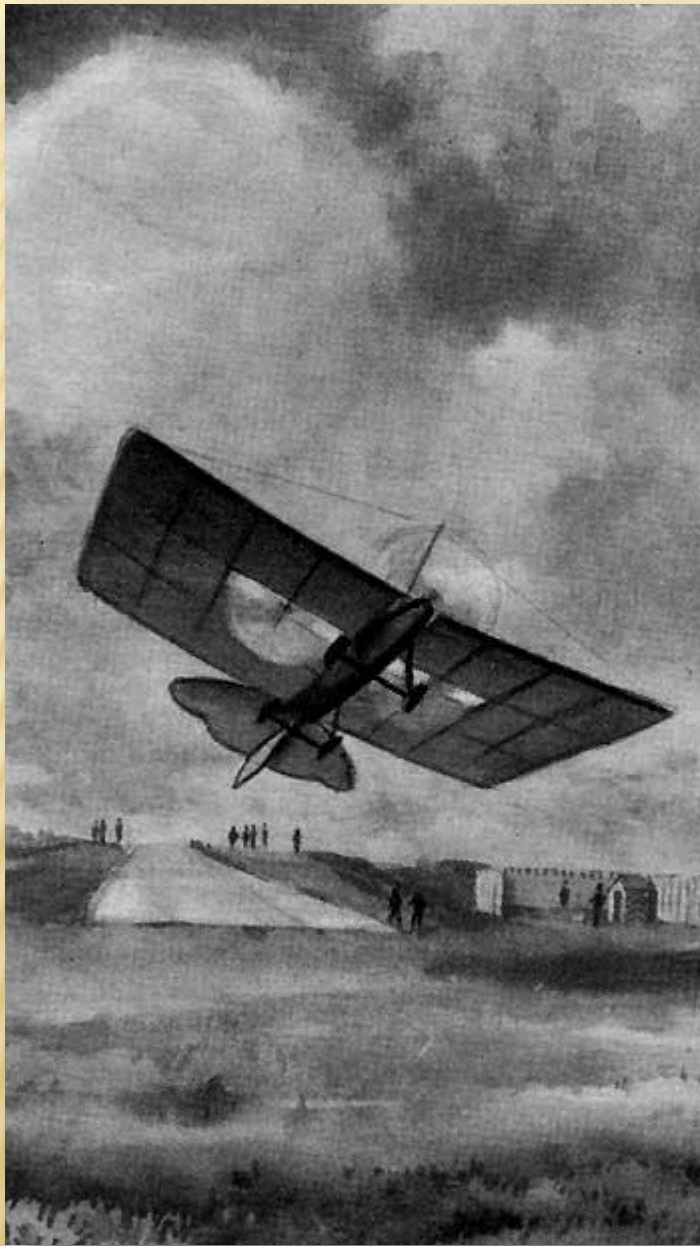
Замещение инженерного объекта математическими моделями требовалось и само по себе – как необходимое условие изобретения, конструирования и расчета, и как стадия построения нужных для этого процедур идеальных объектов естественной науки. Если *на первой стадии используются отдельные математические знания* 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*.



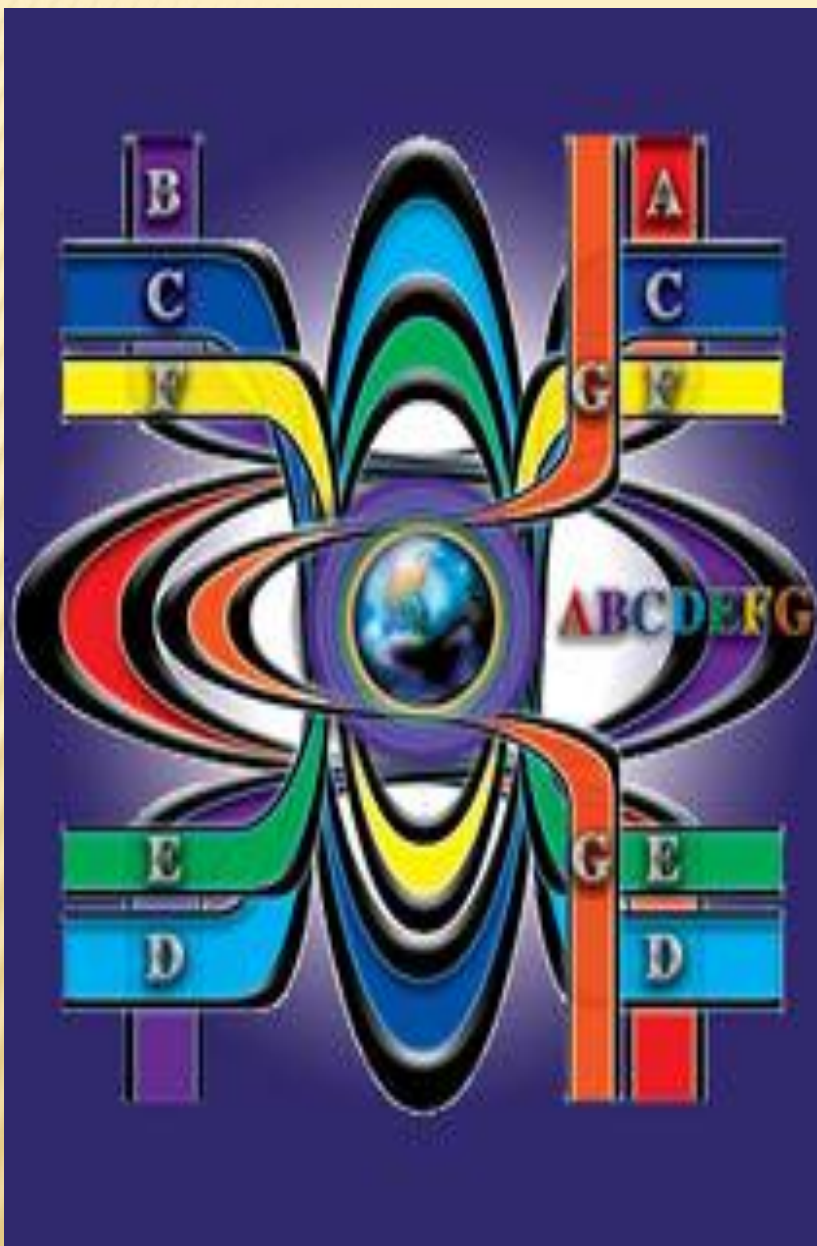
**БРАТЬЯ ОГЮСТ И
ЛУИ ЛЮМЬЕР**

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 крайнее 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

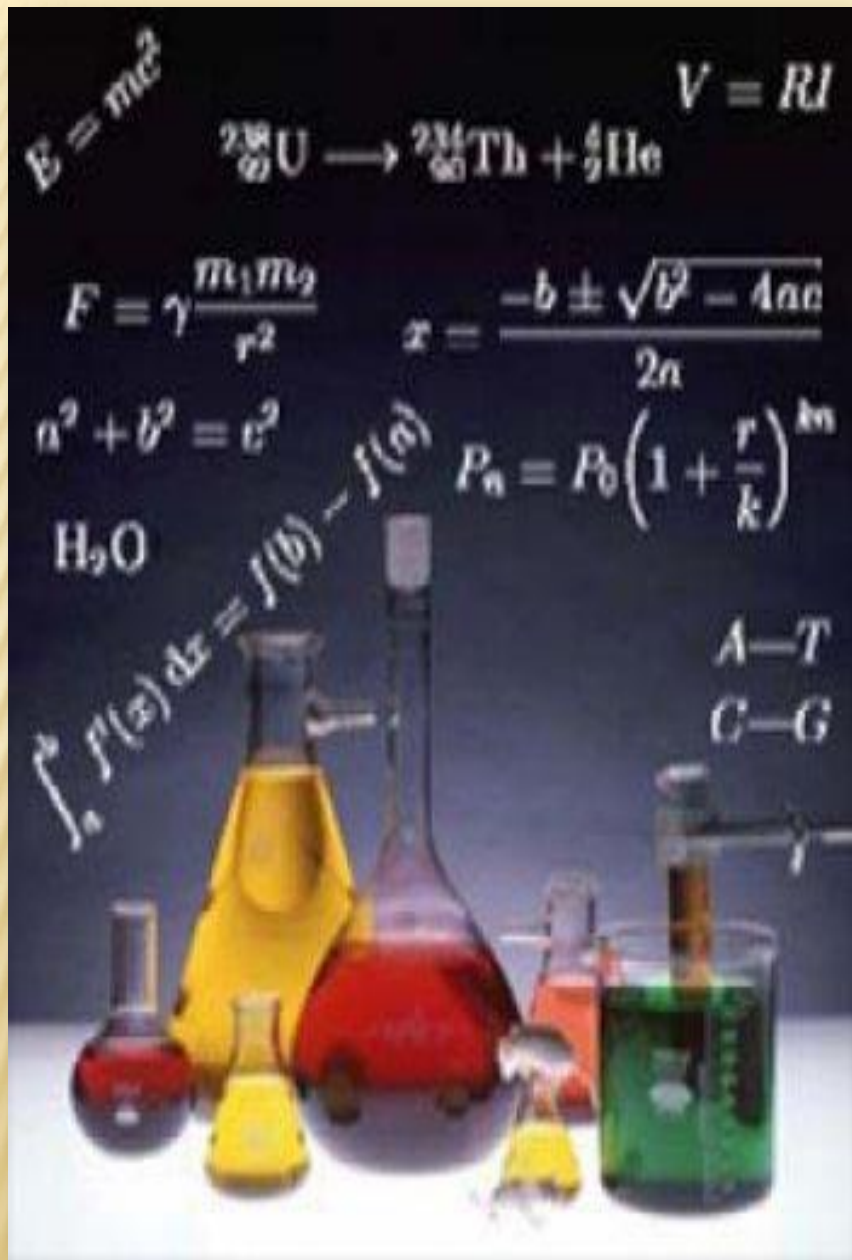
Объект исследования технических наук — это техника, технология, техническая, инженерная деятельность и практика, определенные закономерности функционирования и развития техники в целом, а также отдельных ее элементов, принципы, способы и методы проектно-технической деятельности, разработки идеальных 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.

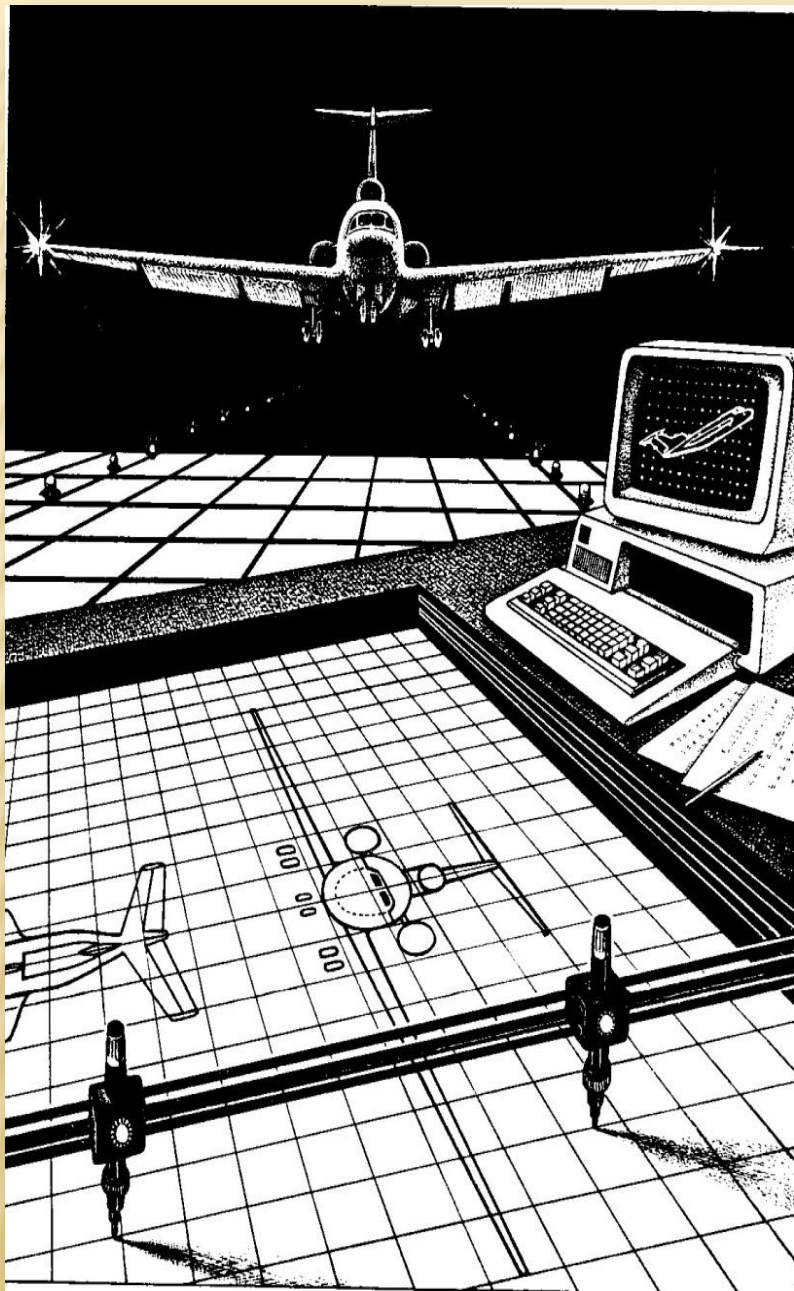
В ЧЕМ ЖЕ СОСТОИТ СПЕЦИФИКА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК?

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.

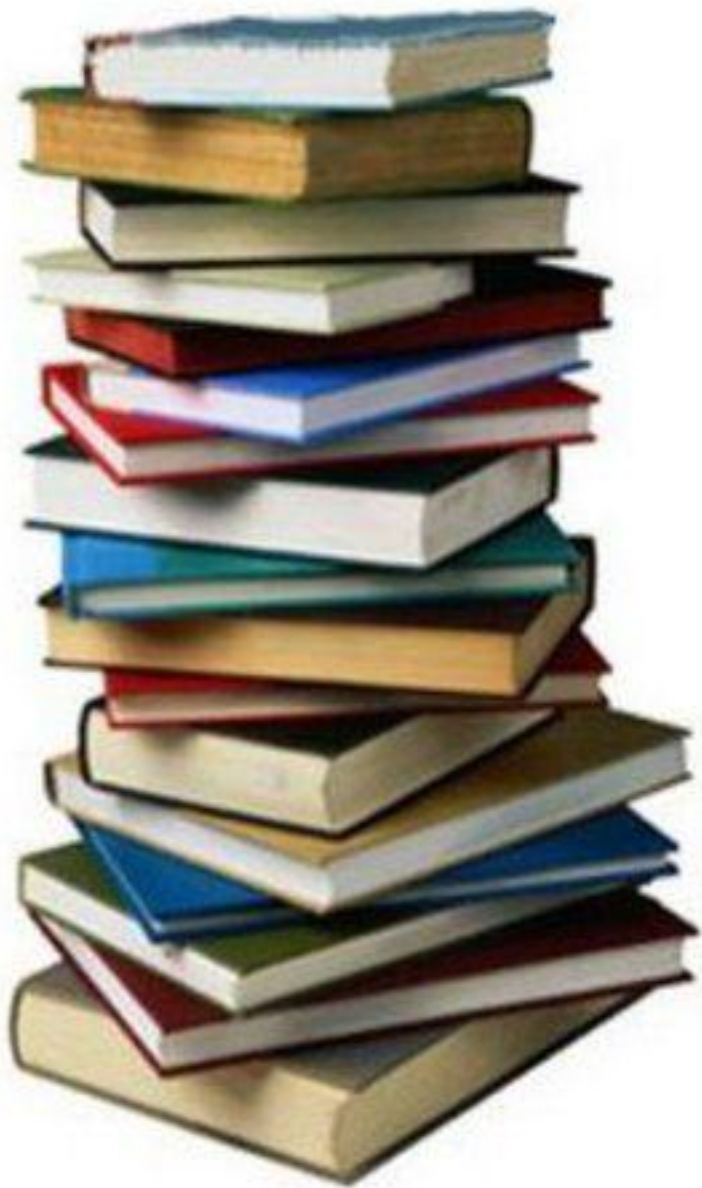
Первый аспект – это его конструктивно-функциональные качества. Здесь важно оценить его осуществимость, способность выполнять те функции, которые на него возлагаются.

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.**



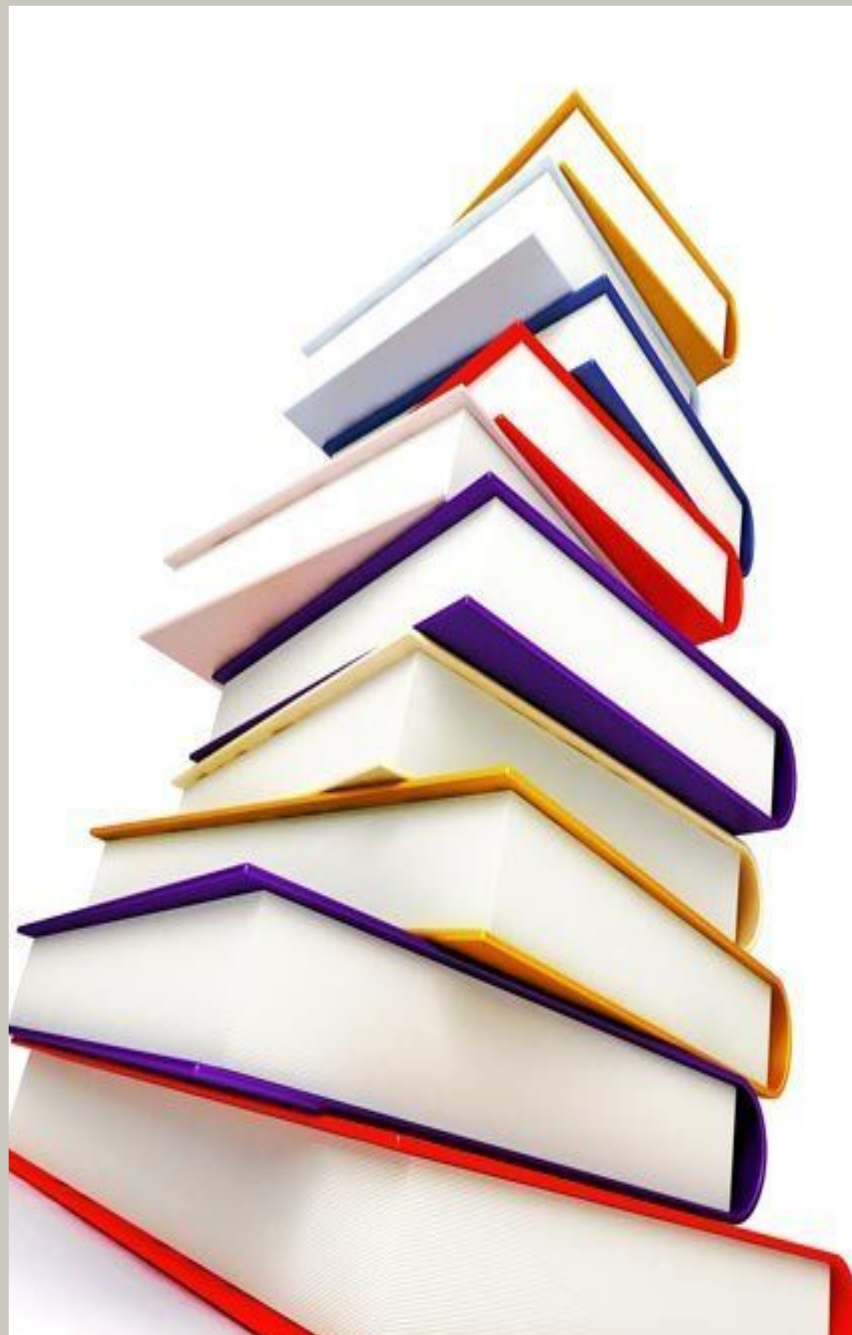
□ *Внутри каждой из этих больших групп технических наук выделяют общие и специальные технические науки.* Применительно, например, к техническим наукам об устройствах к общим наукам относятся науки о процессах (техническая термодинамика, гидравлика и др.). Специальные же технические науки возникают на 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**.



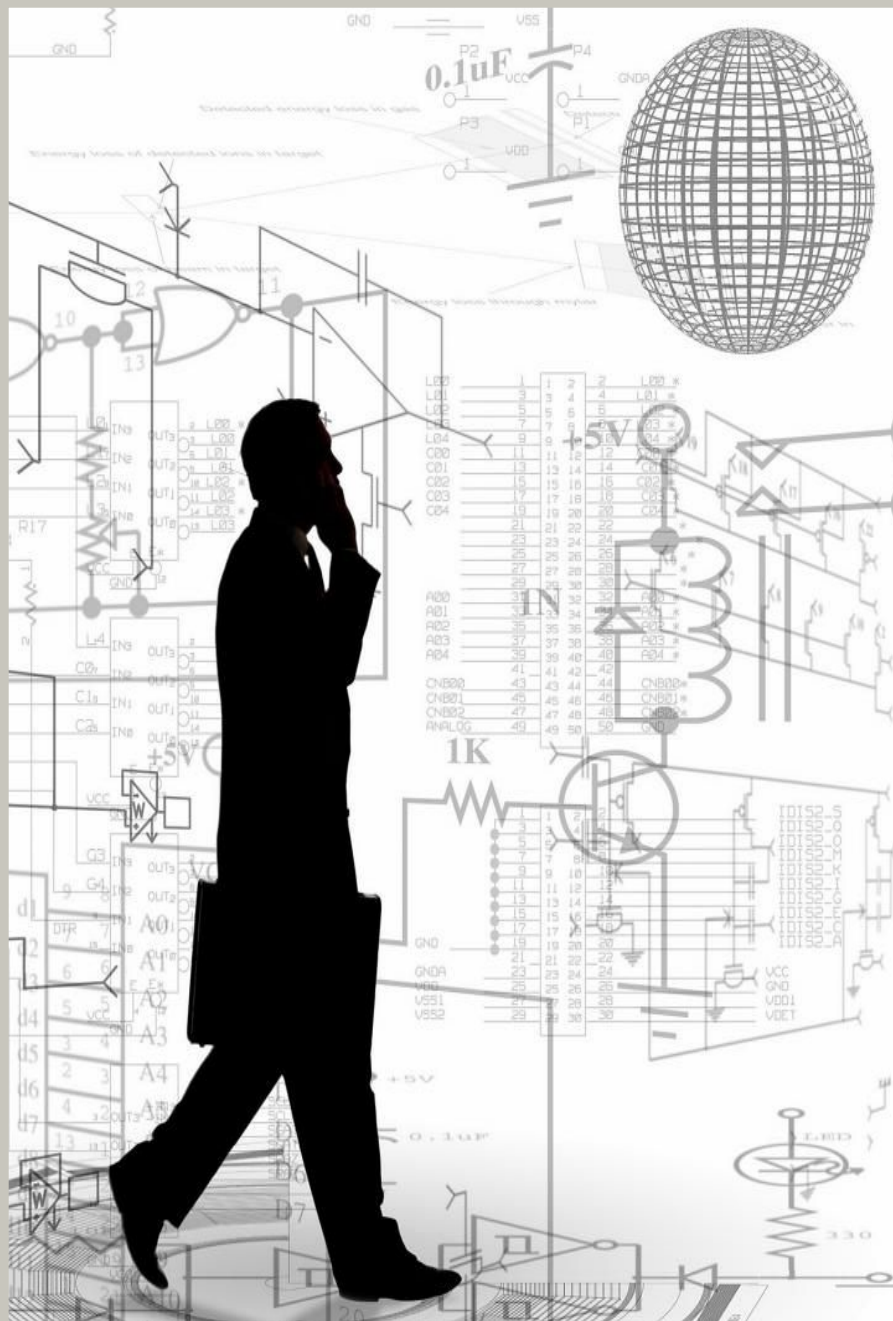
Эмпирический уровень научно-технического знания образуют конструктивно-технические и технологические знания, являющиеся результатом обобщения практического опыта при проектировании, изготовлении, отладке технических систем.

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.