

г. Москва

25 мая 2016 г.

Чемпионат Worldskills

## **III промышленная революция и изменение требований к компетенциям**

П.Г. Щедровицкий  
Председатель попечительского совета Научного фонда  
им. Г.П. Щедровицкого

---

# Часть 1. Складывание «пакетов» технологий и технологическое разделение труда – механизм промышленных революций



---

# Раздел 1.1. Третья промышленная революция



# Уже почти 40 лет инженеры, предприниматели и политики обсуждают, какие технологии могут составить ядро III промышленной революции

В 1980 г. Элвин Тофлер, считал, что ее основу составят 1) электроника и компьютеры; 2) освоение космоса с целью получения совершенно новых продуктов и материалов, 3) использовании ресурсов океана, в т.ч. дешевой энергии; 4) широкомасштабной генной инженерии.

В 2010 г. эксперты и государственные чиновники ФРГ в рамках стратегической инициативы правительства «Индустрия 4.0» зафиксировали приоритет создания новых платформ киберфизических систем, в число которых входят «умный завод», «умный домовладение», «умное производственное или офисное здание», «умная энергосистема».

1980

2000

2010

В 2000 г. Джереми Рифкин сосредоточил свое внимание на пакете технологий обеспечивающих новые споры генерации, передачи, хранения и использования э/э. Он включил в перечень из пяти новых технологий 1) ВИЭ; 2) здания, генерирующие энергию; 3) решение проблемы хранения энергии за счет водородных и других технологий; 4) создание smart grid или интернета энергии; 5) освоение э/м или гибридных а/м.

В 2010 г. ЦСР «Северо-Запад», находясь в аналитической (а не проектной) позиции выделил в качестве ядра новой ТП 1) дигитализацию (все в цифре) и цифровое 3D проектирование; 2) создание новых материалов, в том числе с управляемыми свойствами; 3) умные системы управления, сети и самообучающиеся промышленные роботы с гибко определяемой зоной взаимодействия между ними.

# Сегодня складывается новая платформа технологий III промышленной революции



# Социально-экономические последствия Третьей промышленной революции

Социально-экономические последствия III промышленной революции и освоения в СРТ технологий 3D:



---

## **Раздел 1.2. Технологическое разделение труда – источник роста его производительности и богатства**



# Естественное и технологическое разделение труда

Адам Смит, 1776 г.: «Величайший прогресс в развитии производительной силы труда и значительная доля искусства, умения и сообразительности, с какими он направляется и прилагается, явились, по-видимому, следствием разделения труда»<sup>1</sup>.

**Естественное** разделение труда обусловлено различием условий и средств деятельности, всегда использует преимущества человека, предприятия, города, территории или страны и определяется:

- ▶ климатическими условиями
- ▶ распределением природных ресурсов
- ▶ геоэкономическим положением территории

Добыча каменного угля,  
Донецкая обл., Украина

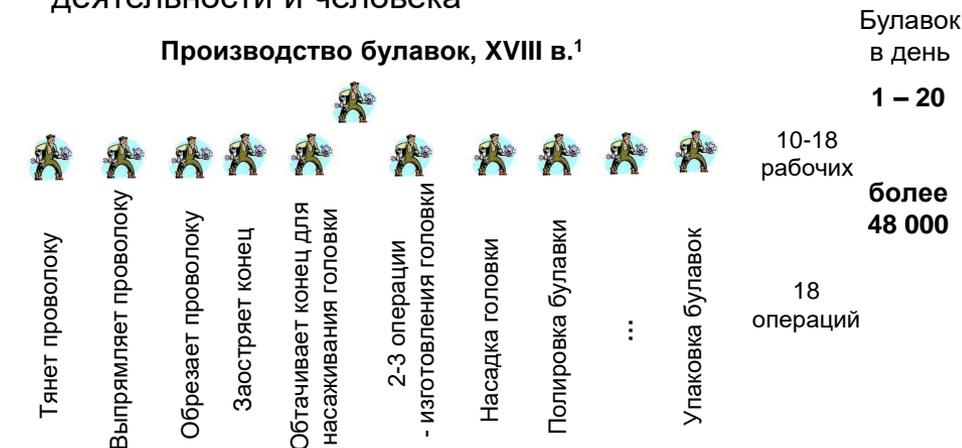


Виноградник,  
р-н Божоле, Франция



**Технологическое** разделение труда является результатом специально организованного мышления по операционализации и усложнению деятельности того или иного типа, увеличивает ее производительность, снижает себестоимость единицы продукта и повышает уровень зарплаты. Оно определяется:

- ▶ развитием инструментов
- ▶ достигнутым ранее уровнем специализации деятельности и человека



8 **Технологическое разделение труда – источник роста его производительности, объемов производства и богатства предприятия, города, региона, страны и конкретного человека.**

<sup>1</sup> А.Смит. Исследование о природе и причинах богатства народов

# Примеры роста производительности труда за счет создания систем технологического РТ

СРТ на укрупненной судовой верфи в Голландии с четким разделением работ. XVII в.:

Верфь в Голландии, 1650 г.



Год	1560	1636
Количество верфей	много мелких	150 крупных
Кол-во человек	н/д	10 тыс.
Кораблей в год	100-200	450-600
Средний тоннаж судна	70-100	120-150



Фабрика Аркрайта в Англии, 1770-е гг.

Использование привода (водного колеса) ↑ скорость вращения веретен, что сэкономило труд 10 чел. Фабрики, построенные по модели Аркрайта, увеличили пр-ть всей прядильной отрасли в Англии почти в 5 раз:

	Пр-во пряжи на 1 раб., фунт/год	Кол-во занятых в прядении
1801	229	213 496
1817	900	110 763



Конвейер Форда в США, 1914

Год	Кол-во рабочих	Кол-во машин	Производительность
1927	102 029	367 213	3,6
1928	144 433	607 591	4,21
1929	174 126	1 507 132	8,66



\*в 1937 г. пр-ть труда на ГАЗе в СССР составляла 3 машины на человека, что меньше чем на заводах Форда в 1927 г.

Конвейер Боинг<sup>5</sup> в США, 2011

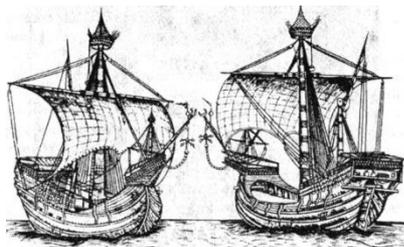
При сопоставимом кол-ве рабочих:  
 Boeing-787: сборка 14 дней  
 Boeing-787: сборка – 3 дня



9 Технологическое РТ являлось источником роста его производительности и богатства во все эпохи

# Более производительная технологическая СРТ вытесняет старую СРТ и захватывает от 1/2 до 3/4 рынка

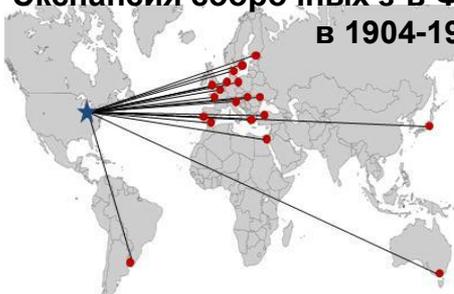
В кон. XVI в. в Нидерландах изобретен корабль - флайт, кот. намного превосходил аналоги скоростью и маневренностью.



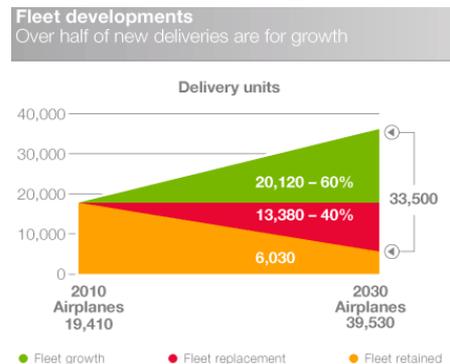
Механизация текстильной и др. отраслей привели Великобританию к необходимости расширять рынки сбыта своей продукции – начать колониальные войны. «130 конфликтов, в которых Англия принимала участие в XVIII ст., были связаны с колониальными вопросами»<sup>2</sup>. «...если в 1805 г. экспорт х/б изделий составил 9,5 млн. ф. с., то в 1809 г. уже 19,4 млн. ф. с.»<sup>3</sup>. Например, изготовленные машинным способом английские х/б ткани привели к уничтожению легкой промышленности Индии, в которой применяли ручное оборудование. «Экспорт английских х/б тканей в Индию в 1814-1835 возрос в 65 р.»<sup>4</sup>.

Он вытеснил с «рынка» остальные модели судов. Голландцам «принадлежали 15 000 кораблей – в 3 р. больше, чем остальным европейским народам»<sup>1</sup>.

## Экспансия сборочных з-в Форда в 1904-1938 гг.



В 1920-х компания Форда владела 75% рынка, охватывая 36 стран на 3 континентах.



Компаниям Боинг и Аэробас для обеспечения конкурентоспособности их производств необходимо каждой около 1/2 мирового рынка.

---

## Раздел 1.3. Понятие «разделениетруда» не так просто

# Чтобы сшить куртку поденщика, нужно, чтобы в национальном хозяйстве было большое количество разных деятельностей

А. Смит так подробно описывает СРТ, необходимую для производства всего лишь куртки поденщика потому, что эта куртка является метафорой простого (базового) продукта.

**Для того, чтобы произвести любой базовый продукт, в СРТ должно быть множество деятельностей.**

«Шерстяная куртка, ...которую носит поденный рабочий, как бы груба и проста она ни была, представляет собою продукт соединенного труда большого количества рабочих. Пастух, сортировщик, чесальщик шерсти, красильщик, прядильщик, ткач, ворсировщик, аппретурщик и многие др... А сколько... купцов и грузчиков должно было быть занято для доставки материалов от одних из этих рабочих к другим, живущим часто в весьма отдаленных частях страны! Сколько нужно было торговых сделок и водных перевозок, ...судостроителей, матросов, выделывателей парусов, канатов, чтобы доставить различные материалы, употребляемые красильщиком и нередко привозимые из самых отдаленных концов

12 земли!»

**Дом строится из деятельностей по строительству дома.**

**Куртка поденщика создается из деятельностей, включенных в СРТ по созданию куртки.**



# Уровни разделения труда

## Уровень цеха – разделение работ

- В 2010 г. компания Boeing на сборочном предприятии в г. Сиэтл:
- описала операции сборки авиалайнеров Boeing-737 и 787;
  - оптимизировала их;
  - закрепила в нормах;
  - механизировала за счет внедрения конвейера.

Boeing-787: сборка 14 дней, в цеху до 25 самолетов, значительная доля отходов при обработке металлических поверхностей



Boeing-787: сборка – 3 дня.  
Boeing-737: 48 в месяц.  
Складские запасы ниже в 2 раза.  
Практически отсутствуют отходы  
=> ниже стоимость сборки и самолета



Уровень национальной или глобальной экономики – РТ между предприятиями

Boeing 787 создается кооперацией около 50 предприятий, расположенных на 23 территориях 9-и стран:

**США:** в 17 шт. 26 компаний  
**Великобритания:** 6 компаний  
**Франция:** 6 компаний  
**Япония:** 6 компаний

**ФРГ:** 2 компании  
**Швеция:** 1 компания  
**Италия:** 1 компания  
**Корея:** 1 компания  
**Австралия:** 1

Уровень общества – разделение занятий (и знаний)



Для того, чтобы Boeing и его партнеры смогли привлечь на свои предприятия квалифицированный персонал, необходимые специалисты должны сформироваться в профессиональных организациях

# Сама СРТ и является рынком

Как писал А. Янг, углубление РТ порождает углубление РТ труда. Фактически, как углубление РТ, так и сама СРТ есть рынок.

2 При прочих равных условиях рост производительности труда приводит к снижению себестоимости производимого продукта и цен на него для потребителя

1 Углубление РТ «взрывным» образом повышает производительность труда

7 Трудовые ресурсы и др. факторы производства «перетекают» в более производительные предприятия и сектора, стимулируя воспроизводство циклов экономического роста



6 Углубление РТ в одних секторах вызывает необходимость роста масштабов производства и производительности труда в других производствах, связанных с первыми.

3 Занятие человеком места в более «глубокой» (и более производительной) СРТ создает возможность для роста его з/п. Растут доходы домохозяйств.

4 Снижается доля затрачиваемых домохозяйством (потребителем) на приобретение необходимого (например, продуктов питания) и растет доля, которая может быть потрачена на др. товары и услуги.

5 В «старых» секторах производства происходит ротация кадров – в том числе высвобождаются ненужные трудовые ресурсы, которые могут быть использованы в других (в том числе во вновь создаваемых) секторах производства. Формируется резерв труда для развития

---

## **Раздел 1.4. В основе цикличности экономического развития лежит складывание «пакетов» технологий**

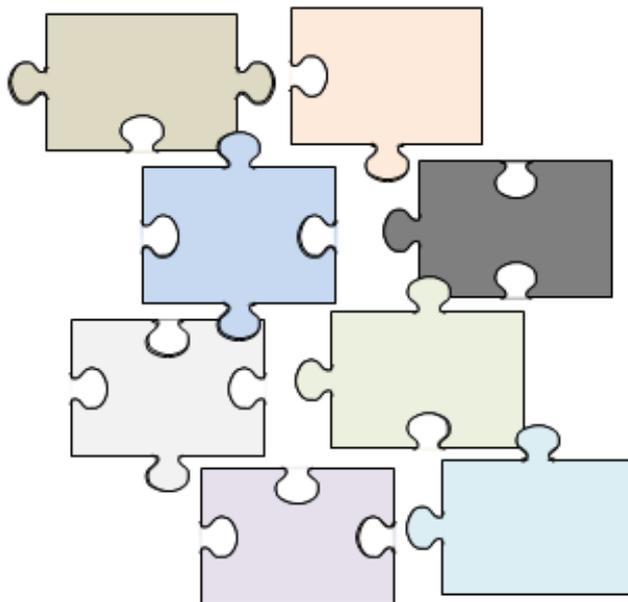
# Между технологиями существует синергия

Я исхожу из того, что уже в силу этой многоуровневости и влияния разных отраслей и типов деятельности друг на друга между технологиями существует синергия.

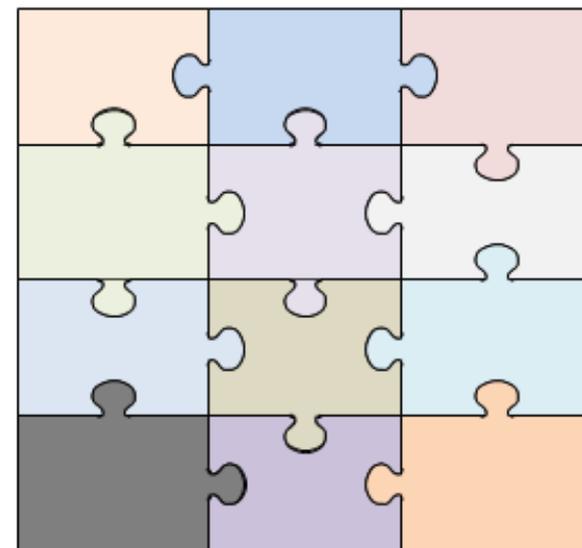
По мере эволюционного отбора базовых технологий нового этапа из широкого спектра кандидатных технологий они «состыковываются» в устойчивые группы. Складываются так называемые платформы технологий.

Смена платформ технологий приводит к изменениям в хозяйственной и экономической сфере – в том числе запускает новый экономический цикл – не сама по себе, а через изменение и углубление «разделения труда».

**Формирующаяся платформа технологий**



**Готовая платформа технологий**

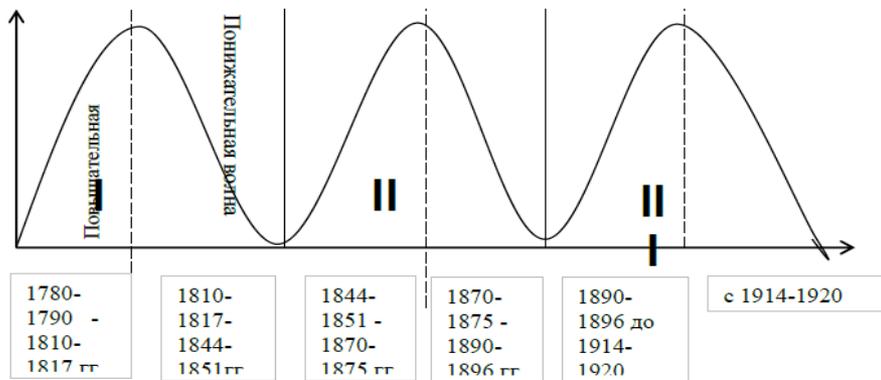


# Смена пакетов технологий идёт большими волнами



Николай Дмитриевич Кондратьев 1892-1938

Н.Д. Кондратьев: «Перед началом повышательной волны каждого большого цикла... наблюдаются значительные изменения в основных условиях хозяйственной жизни общества. Эти изменения обычно выражаются в глубоких изменениях техники производства и обмена, которым предшествуют значительные технические изобретения и открытия...»<sup>3</sup>.



Примечание – Составлено по данным Кондратьев Н. [11]



Г. Менш, Технологический пат: инновации преодолевают депрессию, 1975

Гехард Менш: «Цикл начинается с технологического тупика в результате стагнации в ранее наиболее развитых промышленных районах. Эта ситуация порождает культурные, политические, социальные, экономические и технологические условия, необходимые для появления кластера базисных инноваций»<sup>2</sup>.



<sup>1</sup> Кондратьев Н.Д., Яковец Ю.В., Абалкин Л. И. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения

<sup>2</sup> Гехард Менш, «Технологический пат: инновации преодолевают депрессию», 1975.

# В каждом цикле развития складывается своя технологическая платформа

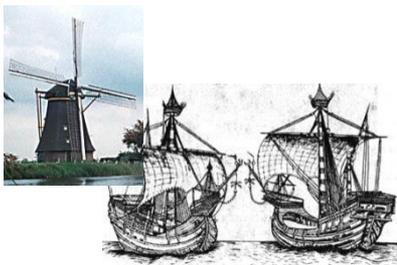
Освоение в СРТ каждой новой технологической платформы ведет к росту производительности экономики.

Я, вслед за Дж. Рифкиным, выделяю 3 технологические платформы и добавляю к ним еще одну, которую я назвал «Нулевая промышленная революция».

Технологии

## «0-я» промышленная революция XVII в.

- ▶ выращивание леса
- ▶ сжигание торфа, использование энергии ветра;
- ▶ плавание на флайтах, треквартах;
- ▶ антисептика;
- ▶ использование ветряных насосов и дамб на польдерах



Нидерланды

## I промышленная революция XVIII – 1-я пол. XIX в.

- ▶ производство чугуна, железа;
- ▶ использование энергии пара, сжигание угля;
- ▶ плавание на пароходах, путешествия на паровозах;
- ▶ наркоз, хирургия;
- ▶ использование с/х машин



Паровоз Тревентика

Англия

## II промышленная революция 2-я пол. XIX – XX в.

- ▶ пр-во стали, алюминия, пластика;
- ▶ сжигание нефтепродуктов и газа, использование гидро- и э/э;
- ▶ путешествия на а/м, самолетах;
- ▶ использование спутников
- ▶ производство и применение антибиотиков
- ▶ использование мин. удобрений



США

## III промышленная революция XXI в.

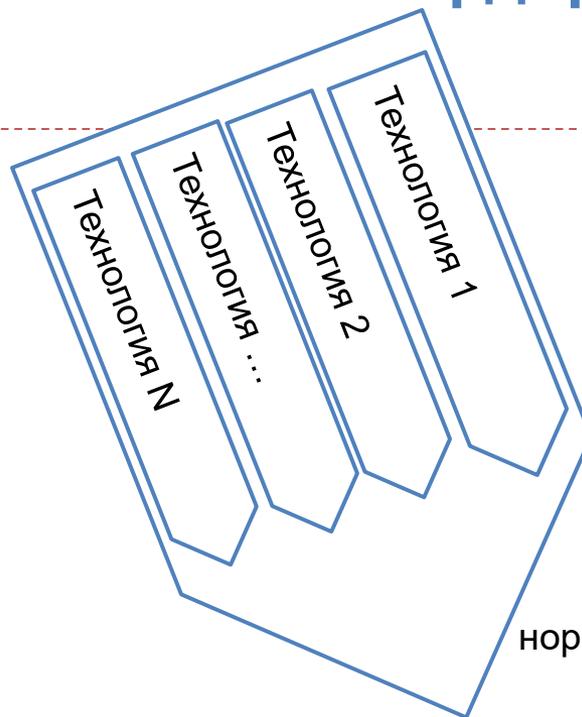
- ▶ проектируемые материалы: для послойного аддитивного нанесения, умные, биоразлагаемые;
- ▶ генерация э/э на ВИЭ;
- ▶ путешествия на эл. самолетах, поездах на э/м подушке;
- ▶ роботизированные операции;
- ▶ хортикультура

?

---

## Раздел 1.5. Новая платформа технологий меняет требования к местам в «разделении труда» и человеку

# Новая платформа технологий бомбардирует «разделениетруда»



- ❑ Технологии «бомбардируют» существующие «разделениетруда» на различных уровнях. Формируются новые виды (типы) деятельности, изменяются старые; часть типов деятельности исчезает.
- ❑ Новые технологии перестраивают систему «разделениятруда».
- ❑ Новые деятельности предъявляют новые требования к знаниям и компетенциям отдельных людей, работе человеко-машинных систем, сплочённых групп и команд.

Разделение, описание, нормировка и стандартизация деятельности

Разделение занятий и профессий в обществе

РТ между предприятиями в нац. или глобальной экономике

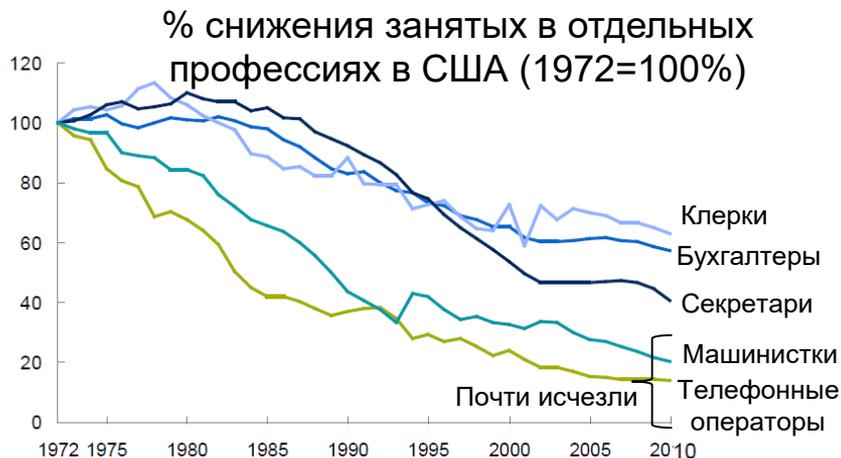


# Меняется баланс между рутинными и творческими компетенциями

- Рутинной интеллектуальной деятельностью занимаются операционные работники (банковские служащие, кассиры, операторы и пр.)
- Число операционных работников в США снизилось более чем на 50% в 1970-2010

За последние 3 десятилетия:

- Более 70% экономического роста США обеспечили работники, занятые в интеллектуальных видах деятельности (knowledge workers)
- 85% новых рабочих мест в США требовали более сложных навыков, связанных со знаниями



Источник: McKinsey

Количество новых рабочих мест в США, 2001-09, млн

Решение сложных задач, необходимость сложного опыта, знания контекста

+4,8

-0,7

Рутинная интеллектуальная деятельность

-2,7

Производство

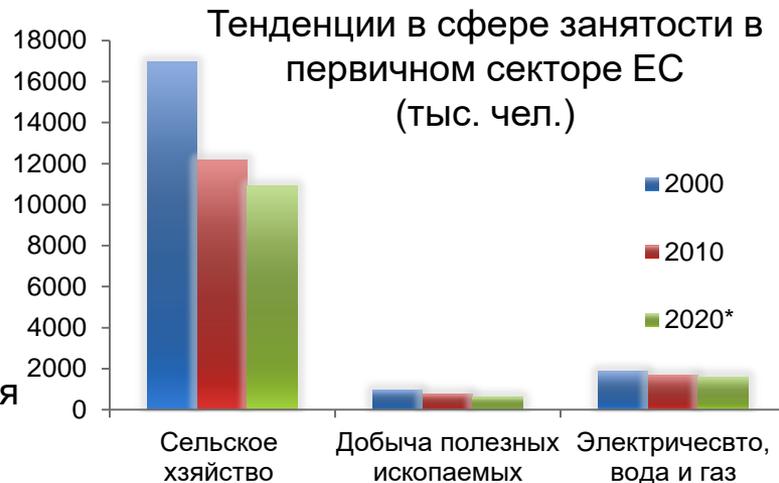
Источник: McKinsey

# Падает занятость в старых отраслях и растет в новых

■ Европейский центр по развитию профессиональной подготовки отмечает, что «отраслевые тенденции в сфере занятости ... продолжают долгосрочный переход от первичного сектора (особенно в с/х) и традиционного производства к услугам и экономики знаний»<sup>1</sup>.

Наибольшее снижение потребностей в рабочих ожидается<sup>1</sup> в следующих отраслях:

- Сельское хозяйство
- Добыча полезных ископаемых, особ. угля
- Текстильная отрасль
- Металлические изделия
- Электроника
- Газоснабжение

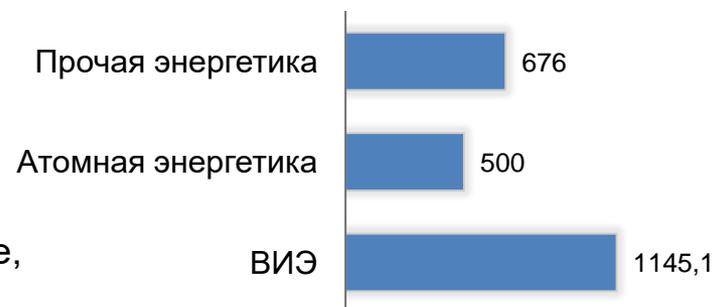


■ «В Германии в 2003 г. в традиционной энергетике (угольной, нефтяной, газовой и атомной) насчитывалось 260 000 рабочих мест. В 2007 г. в секторе ВИЭ было 249 300 рабочих мест. Менее чем 10 % электроэнергии, производимой ВИЭ, создали почти столько же рабочих мест, сколько все другие источники энергии, вместе взятые.

■ В секторе ВИЭ испанской экономики с его 188 000 рабочих мест и 1027 компаниями занятость в 5 раз выше, чем в секторе традиционной энергетике»<sup>2</sup>.

■ Всего в 2013 г. в ВИЭ ЕС было занято 1 148 050 чел.

Количество занятых в энергетическом секторе ЕС, 2013\* (тыс. чел.)



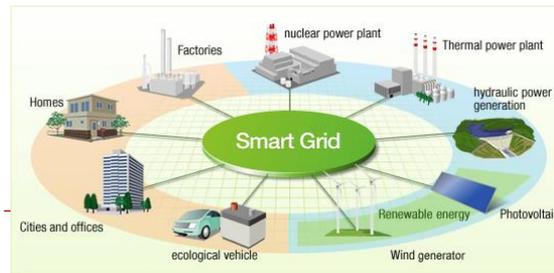
---

## Раздел 1.6. Складывание инфраструктуры и организационных форм III промышленной революции

# Складывающийся инфраструктурный «пакет» Третьей промышленной революции

История еще не рассудила, какому региону выпадет лидировать в конкуренции в складывании на своей территории технологической платформы и инфраструктурного пакета Третьей промышленной революции. При этом отдельные фрагменты будущего инфраструктурного пакета в конкуренции уже создаются на различных территориях земного шара:

- ❑ сеть ВИЭ, в том числе генерирующие промышленные, общественные и жилые здания, дороги, инженерные сооружения, и сеть накопителей э/э;
- ❑ smart grid;
- ❑ «умные» дороги, заряжающие самоуправляемые автомобили и освещающие путь; сеть авиамаршрутов электросамолетов; сеть железнодорожных ВСМ и maglev;
- ❑ промышленный интернет;
- ❑ сети 3D-принтеров, обеспечивающих продуктами по индивид. заказам локальные районы;
- ❑ гаджеты-онлайн мониторы и удаленная диагностика здоровья, инфраструктура цифрового моделирования организма, печать индивидуализированных лекарств, выращивание и замена органов, роботизированная хирургия;
- ❑ чистые аграрные, природные и рекреационные ландшафты, интегрированные в города, которые обеспечивают себя чистым воздухом, водой и продуктами питания.



# «Клеточка» сборки платформы технологий в период III промышленной революции – «технологическая платформа» = форма кооперации корпораций

Представление о «технологической платформе» складывается в конце XX в. рамках проектов догоняющего развития, сформулированных в государствах ЕС, когда ЕС решал задачу создания СРТ вокруг инновационной деятельности крупных промышленных компаний и государственных научных организаций

Первая технологическая платформа (ACARE) появилась в Европе в 2001 г. для решения задачи разработки самолета Airbus A380. В ее состав вошли представители «24 государств Евросоюза, Еврокомиссии, промышленности, авиакомпаний, исследовательских центров, университетов.

Уже на первом этапе своей деятельности ACARE успел внести весомый вклад в создание нескольких важнейших авиационных разработок, таких как Airbus A380, самолет Falcon 7X и вертолет Eurocopter 175. В настоящее время ACARE подготовил программу развития авиации до 2050 года «Траектория полета-2050» (Flightpath 2050).



К 2016 г. в ЕС действует 41 платформа

Первым масштабным интеллектуальным продуктом, подготовленным ACARE, стал стратегический план исследований (SRA) — создание таких планов на начальной стадии развития затем было признано обязательным условием и для остальных европейских техплатформ»<sup>1</sup>.

Био-экономика (7)	Энергетика (8)	Окружающая среда (1)	ИТ (9)	Производственные процессы (8)	Транспорт (5)	Междисциплинарные (3)
EATIP ETPGAN FABRE TP Food for Life Forest-based Plants TP Organics	Biofuels EU PV TP TP OCEAN RHC SmartGrids SNETP ETIPWind ZEP	WssTP	ARTEMIS ENIAC EPoSS ETP4HPC euRobotics [AISBL] NEM NESSI Network 2020 Photonics 21	ECTP ESTEP EuMaT FTC Manufacture Nanomedicine SMR SusChem	ACARE ALICE ERRAC ERTRAC Waterborne	Nanofutures Industrial Safety ConXEPТ

# «Инкубаторами» новой СРТ III промышленной революции на переходном периоде выступают инновационные кластеры

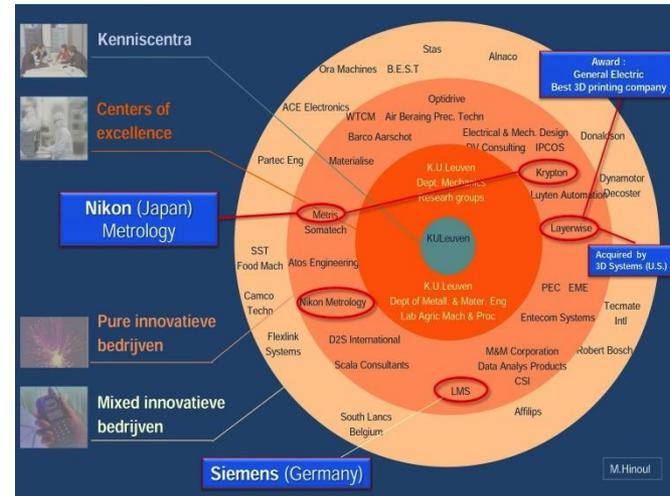
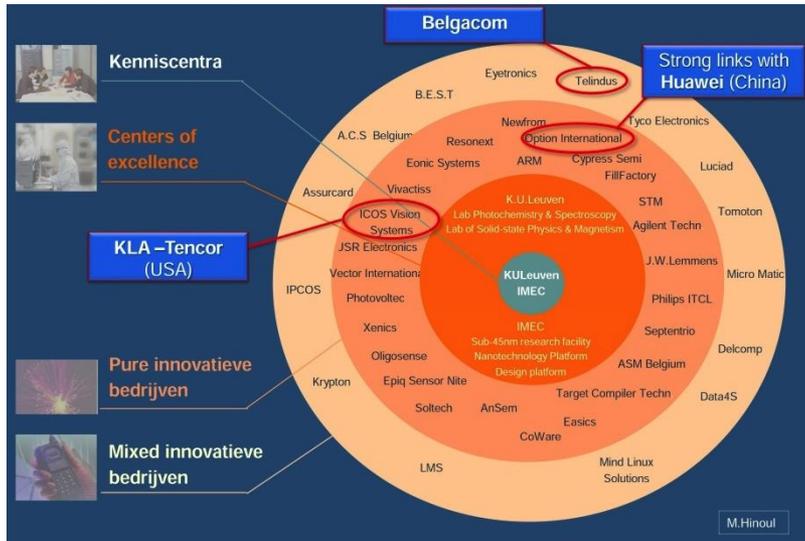
## Кооперации:

Микроэлектроника, нанотехнологии

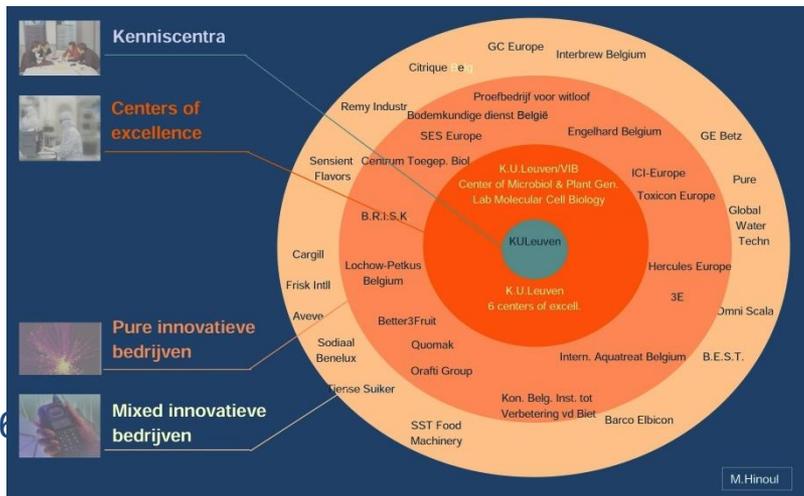
Например, на базе кластеров, созданных KU Leuven, сформировались СРТ в ряде

высокотехнологических областей.

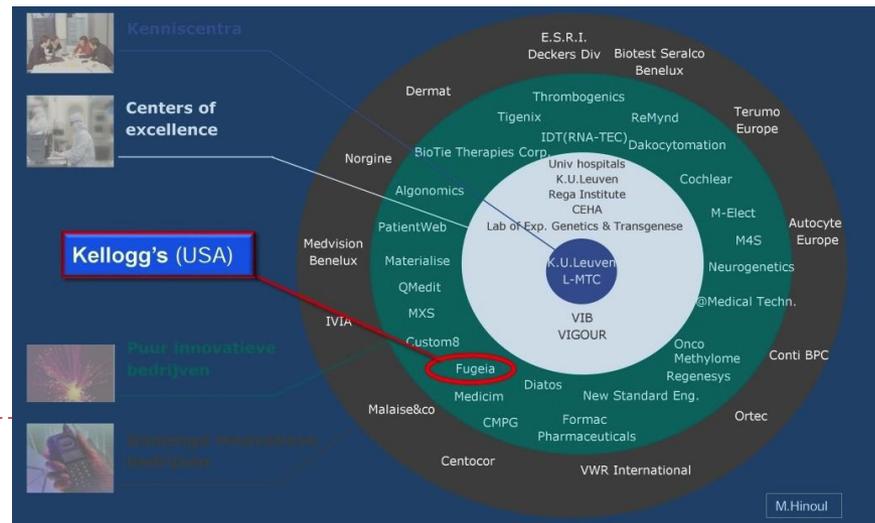
Мехатроника



## Еда и здоровье



## Биотехнологии



---

# Выводы

# Как в 1916 г., так и в 2016 г. нам надо решать вопрос догоняющей индустриализации

Крупнее компании, специализирующиеся в Data-ICT

25% роста мирового ВВП за последние 5 лет  
R&D - \$100 млрд,

Политика сетевых сообществ

Промышленная и инновационная политика национальных государств

«Инкубаторами» новой системы разделения труда III промышленной революции на переходном периоде выступают инновационные кластеры



Капитал 3.0  
~\$100 млрд венчурных денег

Platform thinking и разнообразные платформы как клеточка III промышленной революции

Будущее

Прошлое

Капитал 2.0

Настоящее

**Индустрии II промышленной революции**

- Автомобилестроение;
- Телеком;
- Банкинг;
- Металлы;
- Сырьё;
- Удобрения;
- Антибиотики;
- Авиа и космос;
- ...

Нам надо решать проблему догоняющей индустриализации. Сегодня мы находимся в ситуации формирования III промышленной революции. Это значит, что нам надо строить проект World Skills как «глобальный» с самого начала – это требование и к системе World Skills в целом, и к её отдельным модулям.

**Индустрии III промышленной революции:**

- Driverless cars and urban mobility;
- E-health;
- New medtech;
- Robotics;
- Renewables and energy storage;
- Sensors and smarterization;
- Cybersecurity and communications;
- Learning and playing;
- Fintech and business et cet.

---

## Часть 2. Фундамент, на который мы можем опереться

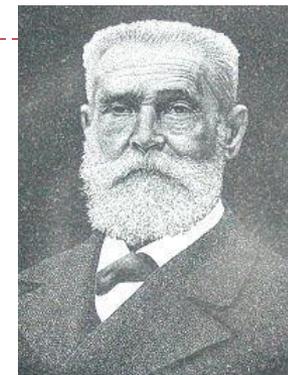
---

## Раздел 2.1. Система подготовки Д.К.Советкина

# Система обучения «механическим искусствам» Д.К. Советкина

Уже в конце 1850-х - начале 60-х гг. на основе анализа учебного труда Советкин предложил наглядную систему обучения «механическим искусствам», сочетавшую педагогические и технологические требования. В основе системы – упражнение под контролем мастера. В 1858 г., после окончания МРУЗ, Советкин остался репетитором, а в 1868 г. возглавил слесарную мастерскую в ИМТУ, где реализовывал свой метод преподавания.

«Советкин несколько лет разрабатывал систему, закладывая в ней главный принцип обучения — «от простого к сложному», который на практике дополнялся коллекцией рабочих и измерительных инструментов и набором операционных моделей для разных специальностей. Любопытно, что некоторые инструменты были представлены в сильно увеличенных размерах (до 24 раз!)»<sup>1</sup>.



Дмитрий  
Константинович  
Советкин  
1838-1912



В Москве в МВТУ им. Баумана (на фото) и во Владимире на здании бывшего Мальцовского училища, ныне Владимирского авиамеханического колледжа Д. К. Советкину установлены памятные доски. Почему? Узнаете позже...

«Система отличалась своей продуманностью, многоступенчатостью обучения в каждой мастерской; все работы подвергались научному анализу; мастер должен был быть абсолютным авторитетом в своем деле, уметь увидеть ошибку ученика и объяснить ее; все мастерские должны были быть оснащены необходимыми инструментами, снабжены наглядными пособиями, чертежами изделий, инструкциями по обращению с инструментами; на стене должен был висеть ежедневный план работы.

Метод Советкина — научный анализ пр-ного процесса, обучающий разумному расходованию времени и сил (созданный задолго до Тейлора, считающегося основоположником научной организации труда)»<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> <http://clip-russia.ru/2014/04/sovetkin/>

<sup>2</sup> <http://pr.bmstu.ru/?p=27615>

# Пример методической коллекции, разработанной Д.К. Советкиным для обучения монтажным работам

Коллекции, предназначенные для изучения инструментов, которые понадобятся для работы студента по выбранному направлению

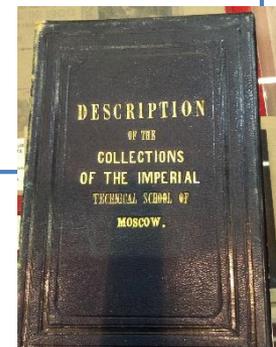
Коллекции, предназначенные для обучения работы с инструментами (или обучение технологическому процессу производства/технологической операции)

Коллекция изделий или частей машин, чтобы сделать которые, нужно применить полученные во время учебы в предыдущем процессе навыки (обучение производству продукта).

Модели сверл и зенковок (14), увеличенные в 6 раз от натуральной величины.  
Нарезочные части надфиля (8), увеличенные в 24 раза от натуральной величины.  
Винторезочные инструменты (10), увеличенные в 6 раз от натуральной величины.  
Коллекции инструментов (около 90), используемых в создании отверстий разных форм  
Коллекции инструментов для измерений (43), используемые в изучении монтажного искусства.  
Верстак, инструменты, приборы (13) для разметки машинных частей.  
Коллекция моделей (11) для демонстрации способов разметки, красные линии, демонстрирующие геометрические оси и линии, согласно которым должна проводиться работа.

Курс 1. 28 операций (вырубка зубилом, сборка/монтаж не больших деталей, отличающихся геометрической формой)  
Курс 2. 22 операции (монтаж более сложных геометрических форм (цилиндрических, округлых), штамповка отверстий, сверление, бурение, завинчивание, резка, штамповка)  
Курс 3. 23 операции (по монтажу различных деталей)  
Время на изучение каждого курса - 240 часов.

Скамья на трех ножках с горизонтальными винтами для крепления  
Модель коленчатого вала  
Модель головки шатуна.  
Модель буровой рамы.  
Модель парового цилиндра (2 л.с.)  
Модель парового насоса  
Модель наклонного корпуса подшипника  
...



В.К. Делла-Восс, Описание учебных коллекций, назначенных для изучения механических искусств в мастерских ИМТУ, 1873

# Дальнейшее развитие системы Д.К. Советкина

«В дальнейшем при участии автора и профессоров ИМТУ система Советкина была усовершенствована, основной единицей в ней стала технологическая операция, осваивавшаяся с учётом индивидуальных возможностей ученика. В учебном процессе ИМТУ система направлялась на практическое изучение усложняющихся производственно-технических стадий (от чертежей и изготовления моделей до промышленного изделия) и обеспечивала будущим техникам и инженерам конкретное и детальное знание основных элементов профессиональной деятельности»<sup>2</sup>. «Метод систематического обучения искусству монтажа впервые был проработан в Императорском техникуме в Москве в 1868 г., и 8 последующих лет доказали его огромное преимущество как в самой школе, а также для тех Русских технических школ, которые заметили его во время выставки 1870 г. Петербурге. Сразу после его демонстрации публике в 1870 г. Императорское Училище получило заказы на аналогичные коллекции для технических школ в Москвы, Петербурга и Одессы»<sup>1</sup>.

«В чём же заключалась эта знаменитая в веке девятнадцатом, постоянно с гордостью упоминаемая в середине века двадцатого и оставшаяся к нашему времени более в воспоминаниях, русская методика обучения инженеров?

Она имела три основных составляющих:

- ❑ Глубокая практическая подготовка, основанная на реальной работе студентов в условиях, максимально приближенных к тем, с которыми им после придётся иметь дело на заводах и фабриках.
- ❑ Серьёзное изучение теоретических предметов на уровне, не уступающем преподаванию этих же предметов в классических университетах.
- ❑ Постоянная взаимовыгодная связь высшей технической школы с промышленностью»<sup>3</sup>.

---

## Раздел 2.2. Связь системы Д.К. Советкина и высшей инженерной подготовки

# Предыстория ИМТУ

«... хочу я учредить вне Воспитательного Дома большие мастерские для разных ремёсел, со спальнями, со столовою и прочими потребностями, и переместить туда из Воспитательного Дома всех ремесленных воспитанников, умножив их число до 300, с тем, чтобы уже впредь не отдавать питомцев в ученье к вольным мастерам, где они лишены надлежащего за их нравственностью надзора...»

Высочайшее повеление от 5 октября 1826 г.  
Императрицы  
Марии Федоровны



«Недостаточно указывать государству, что ему нужно сделать для развития своих производительных сил; недостаточно предлагать различные финансовые средства для получения капиталов: нужны еще люди; а потому в числе неперемennых условий развития народного благосостояния помещается многими политэкономами специальное техническое образование»  
Директор МРУЗ  
А.С. Ершов, 1844 г.



«Союз науки со практикой и удобный обмен сведений и успехов по промышленной деятельности, на всём протяжении нашего Отечества, составляют два самых действительных средства к обеспечению будущего процветания нашей промышленности»

Первый директор  
ИМТУ  
В.К. Делла-Вос



**1763** Московский воспитательный дом    **1826** Московское ремесленное учебное заведение    **1868** Императорское московское техническое училище

«И завод и фабрика необходимы для окончательного образования техника и машиниста; без них он будет понимать и чувствовать в себе исполнить всё, в них он делается полным практиком. Без них технолог имеет одно представление о практике, в них он делается сильным практиком. Всё это совершенно справедливо; но справедливо также и то, что и техник и машинист без основных сведений в технологии и механике останутся рабочими-обезьянами, способными делать только по данному образцу и не имеющими возможности сделать ничтожного изменения, требуемого местными условиями, не говоря уж о том, чтобы ввести что-либо новое, более пригодное и удовлетворяющее требованиям местности».

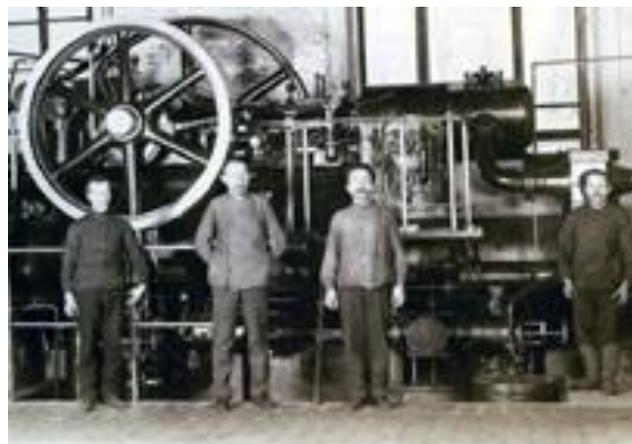
# Учебные коллекции для освоения механических искусств в Императорском московском техническом училище

«К моменту становления метода и преобразования Заведения в Училище были изготовлены:

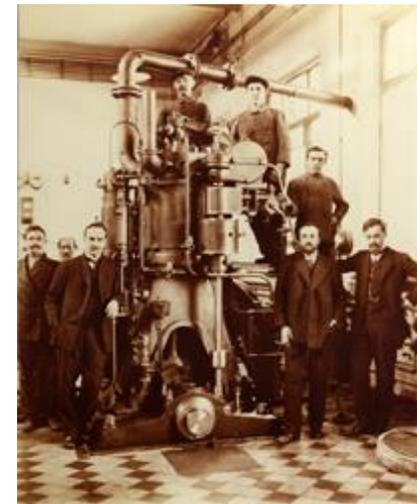
- ❑ коллекции для последовательно изучения связи брусков (столярно-модельная мастерская);
- ❑ коллекции для систематического изучения приемов токарного по металлу (токарная мастерская по металлу);
- ❑ в слесарной мастерской создана коллекция моделей для последовательного изучения клепки и пайки железа, моделей для последовательного изучения приемов слесарного дела, моделей для последовательного изучения приемов кузнечного дела, моделей для изучения последовательной отделки инструментов.



Мастерская МРУЗа



Паровая машина, изготовленная в МРУЗе



Двигатель внутреннего сгорания

Важно и то, что для разработки программы практических занятий в мастерских создали постоянную комиссию из заведующих мастерскими, назначив председателем заведующего слесарной мастерской Дмитрия Константиновича Советкина»<sup>1</sup>.

# В чем заключался русский метод обучения механическим искусствам?

«Высшее Московское Императорское Техническое училище – это специальная высшая школа, направленная на обучение конструкторов-механиков, инженеров-механиков и инженеров-технологов. Училище имеет 2 курса, общий и специальный.

Общий курс состоит из предметов: религиоведение, рисование от руки и линейный рисунок, начертательная геометрия, общая физика, зоология, ботаника, минералогия, химия, геодезия, аналитическая геометрия, высшая математика, дифференциальное и интегральное исчисление, общая механика, начертательное изображение машинных частей, французский и немецкий языки. Эти научные знания требуются всем студентам вне зависимости от направления обучения.

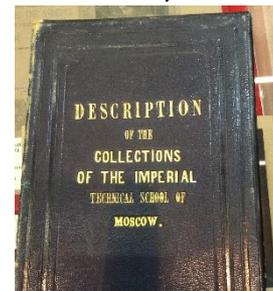
Специальный курс состоит из предметов: органическая и аналитическая химия, металлургия, практическая физика, механические и химические технологии, техника работы по металлу и дереву, аналитическая механика, машиностроение, прикладная механика, строительство железных дорог, инжиниринг и конструирование, проектирование машин, промышленная статистика и бухгалтерия»<sup>1</sup>

В школе есть кабинет физики, 2 хим. лаборатории, кабинет механических моделей, кабинет естественной истории, обширные механические работы с отдельными кузницами и литейными цехами, и школьные мастерские»<sup>1</sup>. Обязательная программа обучения специальному курсу реализуется при помощи методических коллекций, их можно разделить на 3 группы по уровню сложности работ, которые должен изучить студент в школьных мастерских (токарной, монтажной, по столярным работам и ковке).

Коллекции, предназначенные для изучения инструментов, которые понадобятся для работы студента по выбранному направлению. Для детального изучения инструментов (средств труда), используются модели инструментов, увеличенные до 24 раз

Коллекции, предназначенные для обучения работе с инструментами (или обучение технологическому процессу производства/технологической операции)

Коллекция изделий или частей машин, чтобы сделать которые, нужно применить полученные во время учебы в предыдущем процессе навыки (обучение производству продукта)



В.К. Делла-Восс, Описание учебных коллекций, назначенных для изучения механических искусств в мастерских ИМТУ, 1873

---

## **Раздел 2.3. Успех российской системы подготовки рабочих и инженерных кадров в мире**

# Систему Д.К. Советкина демонстрировала Россия на международных промышленных выставках

---

1860 – Выставка произведений сельского хозяйства и промышленности Вольного экономического общества (Москва).

1861 – Выставка русской мануфактурной промышленности (Санкт-Петербург).

1864 – Всероссийская выставка сельского хозяйства и промышленности (Москва).

1867 – Всемирная выставка (Париж).

1870 – Всероссийская мануфактурная выставка (Санкт-Петербург).

1872 – Всемирная политехническая выставка (Вена).

1876 – Всемирная выставка (Филадельфия).

1878 – Всемирная выставка (Париж)<sup>1</sup>.

1900 – Exposition Universelle (Париж).



Международная выставка искусств, промышленных изделий и продуктов почв и шахт. США, Филадельфия, 1876 г.

# На международных промышленных выставках в Вене, Филадельфии и Париже система Д.К. Советкина получила медали

В знак признания достижений Училища награды высшей степени за «Русский метод обучения» были получены на промышленных выставках в Вене, Филадельфии и Париже.



Вена, 1873 г. Диплом и большая золотая медаль, Technischen schule in Moskau Fortschritts-medaille



Филадельфия, 1876 г. Медаль, Philadelphia international exhibition bronze award medal Awarded by united states centennial commission in 1876.



Париж, 1900 г. Диплом, Exposition Universelle De 1900 Un Diplome de Medaille d'or

На выставке в Филадельфии (1876 г.) ИМТУ представил полную коллекцию инструментов по обучению монтажному делу, части других коллекций для обучения студентов, а также работы самих студентов, изготовленные в мастерских. Вместе с В.К. Делла-Восом «в командировку» отправились Ф.Е. Орлов, П.П. Панаев, А.К. Эшлиман, инженер-механики В.А. Малышев и Д.К. Советкин<sup>1</sup>.

После выставки в Филадельфии Президент Массачусетского технологического института Дж. Ранкл, в восторге написал директору ИМТУ В.К. Делла-Восу: *«Вы можете быть уверены, что Ваша система будет введена во всех технических школах нашей страны, как только её увидят в применении в нашем Институте. Я Вас покорнейше прошу прийти к нам на помощь всеми Вашими силами относительно присылки образцов. Коллекции эти будут осмотрены всеми школами Соединённых Штатов Америки»*<sup>2</sup>.



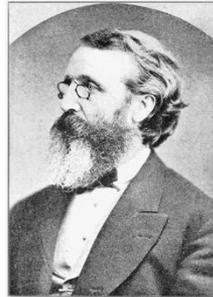
John Daniel Runkle 1822-1902

# «Русский метод» лег в основу американского инженерного обучения

**1876** Ранкл основал школу механических искусств. В разработке курса обучения ему помогли коллекции инструментов ИМТУ, которое училище высылало в США

**1877** школа приняла первых студентов. В ней были мастерские по дереву (плотницкие работы, столярное ремесло, токарная обработка дерева, изготовление моделей) и по работе с металлом (ковка, литейное дело, работа со станком)

**1878** Ранкл посетил 3 Французские школы, которые применяли подобный метод, но преподавание там показалось ему слишком теоретизированным



John Daniel Runkle  
1822-1902

**1885** элементы «русского метода» применялись в следующих учебных заведениях:

Королевская школа механических искусств в Комотау, Богемия, Государственный колледж в Орно, шт. Мэн, США

Факультет Механических искусств Университета Пердью, США Пенсильванский и Вашингтонский университеты.

в Чикаго, Толедо, Балтиморе, Филадельфии и Омахе организовали школы по типу Массачусетских

Американцы считали, что русская система: «сберегает время и деньги».

---

## Раздел 2.4. Опыт нормировки труда А.К.Гастевым в ЦИТ

# Хроника создания и деятельности ЦИТ

После революции 1917 г. в СССР решали сложную задачу по восстановлению и развитию в кратчайшие сроки промышленности страны

Подготовка квалифицированных рабочих на экспериментальной основе: для Сталинградского тракторного завода ЦИТом было подготовлено более 8 тыс. чел.

ЦИТ передан в наркомат авиапромышленности. На базе ЦИТ создан «Оргавиапром» под руководством П.Г. Щедровицкого.

1940

1939

А.К. Гастева расстреляли за «антисоветскую деятельность».

ЦИТ обслуживал > 400 предприятий истроек  
На базах ЦИТ подготовлено > 500 тыс. рабочих.

Обучение специалистов:  
~ 200 профессий;

~ 1700 учебных пунктов в разных уголках страны;  
> 20 тыс. инструкторов, организаторов производства подготовлены в ЦИТ.

1930

1934

1924

При ЦИТ было организовано АО «Установка» для внедрения новшеств на предприятиях.

1921

1920

Институт труда объединен с Институтом экспериментального изучения живого труда при Наркомтруде РСФСР и стал называться Центральным институтом труда.

Президиум ВЦСПС принял постановление об организации Института труда.

1918

Под руководством В.М. Бехтерева организуется Институт по изучению мозга и психической деятельности человека, где проблема труда становится одной из центральных.

# А.К. Гастев. Предписание деятельности человека как «живой рабочей машины»



«Мы ставим себе задачу — наладить производство живой рабочей силы так же, как существуют для нас десятки других производственных задач. Однако мы не можем допустить здесь полной аналогии. ...если, например, в машине-орудии мы прежде всего бьемся за материал, то с работником, в общем, нам приходится работать на базе данного материала.

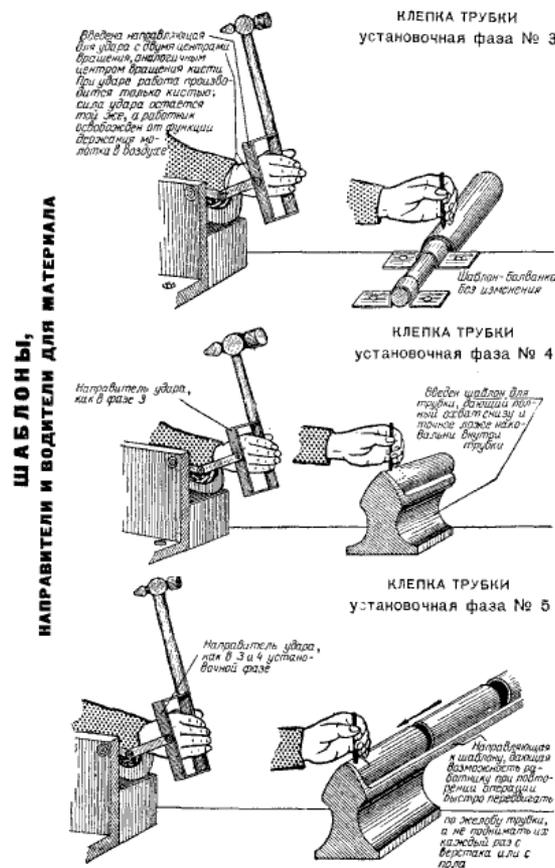
В новейшей индустрии получила огромное распространение машинная (станочная) установка, в мелочах предопределяющая работу инструмента и делающая универсальный станок полуавтоматом. Мы берем этот институт установок и применяем его к живой рабочей машине.

Алексей  
Капитонович  
Гастев  
1882-1939

Рубку зубилом, повторяем, мы выдвигаем как типичную ударную операцию, типичную для целой серии слесарных и кузнечных операций и аналогичную ударным работам в деревообделочном и других производствах.

После анализа трудовых движений, характерных для рабочего, мы ставим задачу не только научить такой работе новичка, но самой системой обучения рационализировать приемы.

Под статикой работника мы разумеем ту основную установку тела работника, которая служит к созданию наиболее благоприятного положения «станины» живой машины (ног и туловища)<sup>1</sup>.



# Правила организации всякого труда А.К. Гастева

Первым программным документом, с которым выступил ЦИТ, были сформулированные А.К. Гастевым в 1921 г. в книге «Как надо работать» 16 правил всякого труда. Некоторые из них относятся к системе организации и рационализации рабочего места.

Правила труда Гастева <sup>1</sup>		
1	Сначала продумай всю работу досконально.	План
2.	Приготовь весь нужный инструмент и приспособления.	Заготовка
3.	Убери с рабочего места все лишнее, удали грязь.	Чистота
4.	Инструмент располагай в строгом порядке.	Порядок
5	При работе ищи удобного положения тела: наблюдай за своей установкой, по возможности садись; если стоишь, то ноги расставляй, чтобы была экономная опора.	Установка
6-7	Правила, относящиеся к выходу на работу	
8-10	Правила, относящиеся к режиму работы	
11-15	Правила, относящиеся выдержке в рабочее время	
16.	Кончил работу и прибери все до последнего гвоздя, а рабочее место вычисти.	Еще раз чистота и порядок



Схема «Правильное расположение инструмента» из памятки ЦИТ, 1924

---

## Раздел 2.5. Исследования Н.А. Бернштейна в ЦИТ

# Н.А. Бернштейн. Исследование биомеханики движений

«В 1924 г. Н. Бернштейн возглавил биомеханическую лабораторию Центрального института труда, где было поручено разработать нормалы движений – рекомендации наиболее рациональных поз и движений рабочих»<sup>1</sup>.

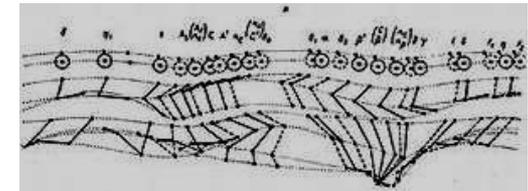
«...разработан метод циклографии / циклограмметрии с использованием кинокамеры, который позволял подробно зафиксировать все фазы движения. ...данные получали с помощью рапидной киносъемки (100-200 кадров в секунду) и последующих высокоточных измерений. Погрешность измерения мгновенных положений движущихся частей тела составляла 0,5 мм»<sup>1</sup>.



Николай  
Александрович  
Бернштейн  
1896-1966



Циклограмма двойного шага в спортивном беге, вид справа, время



1,5 года, 300 циклограмм, их полный математический анализ...<sup>1</sup>.

«...любое движение протекает крайне закономерно – ...движение этой системы можно описать математически, с помощью дифференциальных уравнений»<sup>1</sup>.

# Н.А. Бернштейн. Проблема координации движений и действий

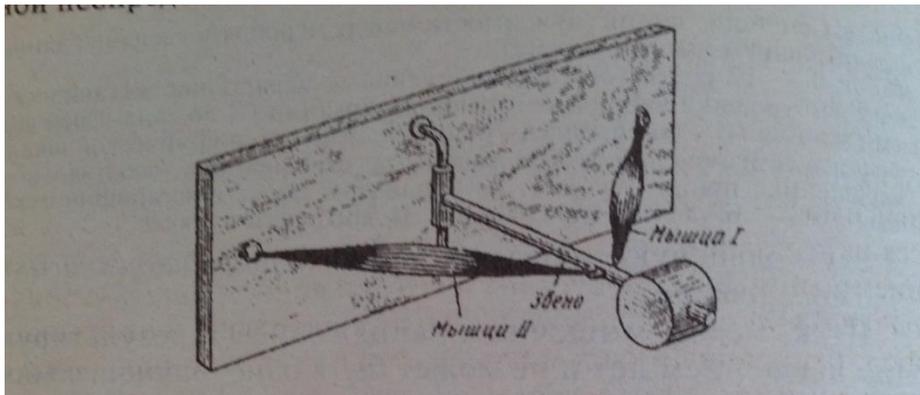


Рис. 4. Подвижное звено, управляемое в его движениях двумя мышцами-антагонистами

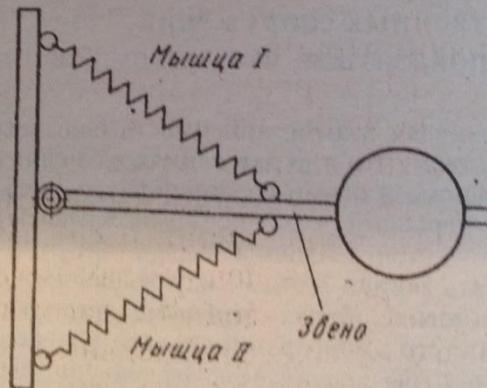


Рис. 5. Схема-план системы, изображенной на предыдущем рисунке

Бернштейн формулирует проблему движений и действий, которая заключается в том, что число степеней свободы конечностей человека очень велико по сравнению с аппаратами и машинами, созданными им самим. Например, поезд, движущийся по рельсам, имеет одну степень свободы, а корабль, который плавает в океане – всего две.

Бернштейн показывает, что в условиях множества степеней свободы на любую конечность и мышцу человека воздействует множество активных внешних сил и множество реактивных, связанных с сопротивлением других мышц и сухожилий организма. Поэтому в ответ на конкретную двигательную задачу команда конечностям в логике «стимул - реакция» - логике шаблонной команды головного мозга в ответ на эту задачу – не приведет к необходимому результату.

# Н.А. Бернштейн. Антропология движения человека

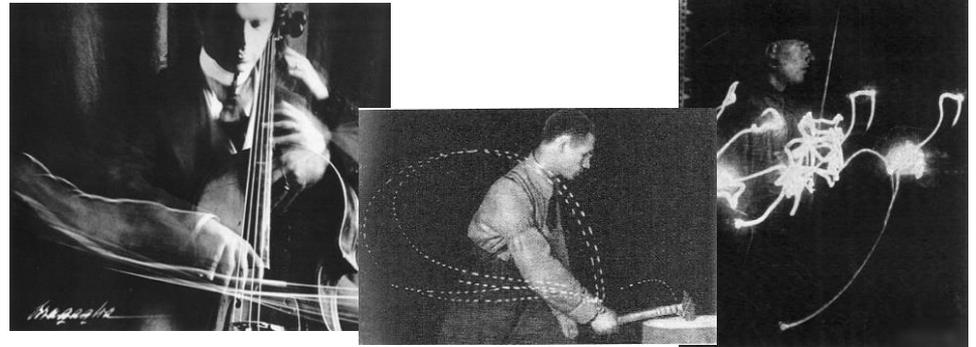
«Циклограммы продемонстрировали, что если какое-то звено провоцирует искажение движения инструмента, другие звенья тут же вступают в действие и компенсируют ошибку. Неточность движения любого звена руки поэтому не сказывается роковым образом на результате»<sup>1</sup>.

«Решение двигательной задачи»

Научение каждый раз быстро отыскивать «команду», которая в условиях именно этого движения приведет к нужному двигательному результату

«Стандартизация “команд”, научение «командам»

Н.А. Бернштейн: «Двигательный навык даже самого простого и однообразного движения не может быть двигательной формулой или двигательным штампом, как ошибочно думали раньше и как полагали, в частности, те, кто приравнивал навык к условному рефлексу. Двигательный навык не формула движения, ...это освоенное умение решать тот или иной вид двигательной задачи»<sup>2</sup>.



Н.А. Бернштейн: «Тренировка движения состоит не в стандартизации “команд”, не в научении “командам”, а в научении каждый раз быстро отыскивать “команду”, которая в условиях именно этого движения приведет к нужному двигательному результату»<sup>2</sup>.