

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.И. ЛЕНИНА»

**Г.А. Будник**

**ИСТОРИЯ  
ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

**с древнейших времен до начала XX века**

*Курс лекций*

Иваново 2012

УДК [378+620.9](091)(075)

ББК [Ч484+31]гя7

Б 90

Будник Г.А. История инженерного образования и энергетической техники с древнейших времен до начала XX века: Курс лекций / ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2011. – 140 с.

ISBN

Настоящая публикация представляет собой первую часть курса лекций для студентов 1-го курса теплоэнергетического факультета Ивановского государственного энергетического университета. Предлагаемый курс лекций позволяет комплексно представить историю высшего инженерно-технического образования и энергетической техники.

Рассчитан на студентов энергетических университетов, абитуриентов, всех, кто интересуется историей подготовки инженеров, ученых, изобретателей – энергетиков.

Табл. Ил. 5. Библиогр.: 38 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

заслуженный работник высшего образования Российской Федерации, Почетный работник высшего образования России, доктор исторических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры механики и компьютерной графики ФГБОУВПО «Ивановский государственный химико-технологический университет» **А.Д. Егоров**; кандидат исторических наук, доцент кафедры гуманитарных и социальных дисциплин ФГБОУВПО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия им. Д.К. Беляева» **В.В. Комиссаров**

ISBN

© Г.А. Будник, 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Лекция 1. История высшего образования, науки и техники в древности .....	8
Лекция 2. Высшее образование, наука и техника в средние века и Возрождение.....	20
Лекция 3. Просвещение на Руси, развитие образования и становление профессии инженера в России (IX – вторая половина XIX в.).....	37
Лекция 4. Наука и техника в период промышленного переворота (XVIII – первая половина XIX в.).....	59
Лекция 5. Научно-техническая революция и развитие энергетики (конец XIX – начало XX в.).....	79
Лекция 6. Высшая инженерно-техническая школа России во второй половине XIX – начале XX в.....	106
Библиографический список.....	128
Приложения.....	131

*«Первой основной задачей высшего образования является быстрая и полная передача завоеваний науки и техники по возможности широким слоям молодого и взрослого населения, введение их в общее сознание и этим путем быстрое использование в жизни полученных результатов».*  
*В.И. Вернадский*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Почти 20 лет на теплоэнергетическом факультете ИГЭУ автором читается курс лекций по выбору студентов под названием «История высшего инженерного образования, науки и техники», который был разработан и внедрен в учебный процесс деканом ТЭФа А.В. Антипиным и советником ректора по воспитательной работе и общественным связям В.Ю. Халтуриным. В соответствии с замыслом создателей, целью лекций должно было стать расширение кругозора студентов, повышение их интереса к будущей профессии, формирование уважительного отношения к инженерной деятельности. В результате изучения этого учебного курса студенты должны приобрести умения и навыки анализа явлений и процессов, происходящих в сфере образования, науки и техники, и использовать их в будущей профессиональной деятельности.

К настоящему времени у автора сложилось собственное видение курса. Объектом рассмотрения в нем предстает система высшего образования (в первую очередь инженерного), энергетической техники в России и мире с древности до начала XX века. Представляют интерес закономерности создания высшего инженерного образования, основные этапы, особенности и тенденции развития инженерной мысли в области энергетики.

Предметом изучения является деятельность правительства, научно-педагогических работников по организации высшего инженерного образования, учеба и быт студентов, а также результаты научно-технической деятельности ученых и изобретателей, инженерная деятельность выпускников высшей школы и ее влияние на развитие общества.

На наш взгляд, подготовка инженерных кадров и развитие энергетической техники тесно взаимосвязаны. Высшая инженерная школа, объекты энергетической отрасли (тепло-, энерго-, гидростанции), система трансляции энергии, промышленные предприятия являются частями единой социотехногенной системы, обеспечивающей развитие общества. Исходя из этого, автор предпринимает попытку комплексного осмысления истории становления и развития интеллектуально-духовного, наукоемкого, технологического потенциала энергетической отрасли. При этом основное внимание уделяется не описанию тех или иных технических сторон научной и изобретательской деятельности, а выявлению основных тенденций и закономерностей истории образования, науки и техники, наиболее спорных или неординарных фактов, явлений, открытий, изобретений, личности.

Желание издать данный курс лекций было вызвано тем, что, к сожалению, в отличие, например, от музыкантов или художников, инженеры практически не знают истории своей отрасли, имён своих предшественников-инженеров, богатых традиций инженерства. Между тем в истории высшего инженерного образования, энергетической техники много интересного и поучительного. Выпускник технического университета должен иметь определенный запас гуманитарных знаний. Связь времен не должна прерываться, поэтому данная публикация даст возможность студентам более глубоко и осмысленно взглянуть на выбранную профессию, определить свое место в энергетике. Это тем более важно, т. к. именно от инженеров во многом зависит будущее человечества. Инженер, по сути, создал нынешнюю техническую и индустриальную культуру, и сегодня благосостояние, а порой и жизнь людей в немалой степени зависят от уровня их подготовки, от понимания техниче-

ских и гуманитарных проблем и способности их эффективного разрешения.

Курс лекций носит междисциплинарный характер, он связан с такими дисциплинами, как «История», «Физика», «Экономика», «Введение в специальность», «Культурология».

Истории высшего инженерного образования и энергетической техники посвящен ряд солидных трудов. В первую очередь необходимо назвать учебные пособия Белькинда Л.Д., Конфедератова И.Я., Шнейберга Я.А. «История техники» (М. ; Л. : Госэнергоиздат, 1956) и Белькинда Л.Д., Веселовского О.Н., Конфедератова И.Я., Шнейберга Я.А. «История энергетической техники» (М. ; Л.: Госэнергоиздат, 1960). В них содержится обширный материал о важнейших достижениях в области тепло- и электротехники. Один из авторов этих пособий, Я.А. Шнейберг, выпустил в последние годы две увлекательно написанные книги: «История выдающихся открытий и изобретений (электротехника, электроэнергетика, радиоэлектроника)» (М. : Издательский дом МЭИ, 2009) и «Титаны электротехники: очерки жизни и творчества» (М., 2004. – 270 с).

Большой фактический материал содержится в книгах Виргинского В.С., Хотеевкова В.Ф. «Очерки истории науки и техники с древнейших времен до середины XV века» (М. : Просвещение, 1993) и «Очерки истории науки и техники, 1870–1917 гг.» (М. : Просвещение, 1988).

В качестве иллюстративного материала использованы некоторые рисунки и схемы, имеющиеся в вышеназванных книгах.

Ряд изданий посвящен описанию жизни и деятельности ученых и изобретателей.

В последние годы интерес к истории науки и техники усилился. Об этом свидетельствуют, в частности, такие издания, как монографии Кравченко А.Ф. «История науки и техники» (Новосибирск, 2005. – 435 с.), Кириллина В.А. «Страницы истории науки и техники». ( М., 1986) и учебное пособие Ковалева В.И., Схиртладзе А.Г., Борискина В.П. «История техники» (Старый Оскол, 2006. – 360 с.).

Биографии выдающихся деятелей науки, известных изобретателей размещены в Интернет-энциклопедиях Википедия и Хроно.

Среди справочных изданий необходимо отметить «Историю физики и химии (по В. Штайну, Д. Кларку и др.)» (авт.-сост. А.Д. Егоров. – Иваново, 2010. – 448 с.). Книга содержит сведения об основных открытиях в физике и химии, определивших ход истории этих наук.

По истории высшего инженерного образования специальных изданий немного, однако в монографиях по истории высшей школы имеются разделы, посвященные техническим вузам. Наибольший интерес среди такого рода книг представляют монографии А.Е. Иванова «Высшая школа России в конце XIX – начале XX века» (М., 1991. – 392 с.) и В.Б. Миронова «Век образования» (М. : «Педагогика», 1990. – 177 с.).

Общеисторический материал имеется в учебниках по истории России и мира и мировой экономике.

Автор не претендует на всеобъемлющее изложение материала, но надеется, что данная работа будет интересна тем, кто изучает историю энергетической отрасли, а также абитуриентам, стоящим перед выбором своей будущей профессии. Она может быть отправной точкой в увлекательный мир познания нового.

Отзывы о предлагаемом курсе лекций можно отправлять по электронному адресу: [oik@history.ispu.ru](mailto:oik@history.ispu.ru).

# ЛЕКЦИЯ 1

## История образования, науки и техники в древности

### План

1. Понятия «техника», «инженер», «электричество» и др.
2. Генезис образования в античном мире.
3. Первые инженеры и техники, выдающиеся открытия и изобретения древности.
4. Образование, наука и техника в странах Древнего Востока.

### 1. Понятия «инженер», «техника», «электричество» и др.

Каждая профессия накладывает отпечаток на характер человека, ее избравшего. Мы произносим название профессии «учитель» и представляем человека назидательного и нравоучительного не только в школе, но и дома, а также эрудированного, коммуникабельного. Говорим слово «военный» – и в нашем воображении возникает облик волевого, решительного, дисциплинированного человека. Произносим «врач» и представляем человека терпимого, милосердного. А каков же образ инженера? Как он формировался? В ходе изучения курса «Высшее инженерное образование, наука и техника» мы попробуем разобраться в этом вопросе, а также решить следующие задачи:

- 1) проследить формирование интеллектуально-духовного облика инженеров в процессе обучения студентов в вузах;
- 2) рассказать о наиболее выдающихся инженерах и техниках и их достижениях.

Начнем с понятийного аппарата.

По мнению В.С. Виргинского<sup>1</sup>, слово «техника» греческого происхождения. «Технэ» или «техна» означало: 1) искусство, ремесло, профессию; 2) способ, средство, прием; 3) произведение, изделие. Но вместе с тем это слово употреблялось в значении «хитрость, уловка, коварство», что было связано с древнейшими поверьями о связи мастерства с колдовством.

---

<sup>1</sup> Виргинский В.С., Хотеев В.Ф. Очерки истории науки и техники с древнейших времен до середины XV века. – М.: Просвещение, 1993. – С. 106.



Этимологически слово «технэ» связано с наименованием различных видов ремесла и орудий труда. «Тектон» по-гречески – плотник, строитель, но также и мастер вообще, создатель; «тюнос» – каменотесный молот или топор; «теухо» – строить, сооружать, воздвигать.

Сходного происхождения и слово «*механика*». По-гречески «механэ» или «механа» означало «орудие, приспособление, сооружение». Вместе с тем данное слово имело и смысл «уловка, ухищрение». Термином «механэ» обозначались, в частности, военные машины и театральные механизмы. Искусство построения этих сложных приспособлений получило название «механикэ технэ» или сокращенно «механика».

Первые механики были связаны с военным делом или с изобретением сложных и остроумных приборов.

Термин «*электричество*» также пришел к нам из античности. В глубокой древности были известны минералы, притягивавшие кусочки железа. Было обнаружено: если потереть янтарь (по-гречески «электрон») о шерсть, он начинает притягивать к себе легкие предметы. (Сейчас мы называем это явление «электризация трением».) Следовательно, от слова «янтарь» (электрон) произошло и столь широко распространенное слово «электричество».

Слово «*инженер*» в русских источниках впервые встречается в «Актах Московского государства» в середине XVII в.<sup>2</sup> Этимологи считают, что это слово попало к нам из Польши, заимствовано из немецкого и французского языков, восходящих к латинскому: «*ingenium*» – «изобретательность, остроумная выдумка», «ум», «талант», «способность», «гений», «знание»<sup>3</sup>. Слово «инженер» стало использоваться для обозначения особого рода занятий в античном мире, по-видимому, не ранее III в. до н. э. Первоначально так назывались лица, управлявшие военными машинами, а также изобретатели этих машин.

Современный инженер определяется по-иному: как человек, способный изобретать, специалист с высшим техническим образованием.

---

<sup>2</sup> Этимологический словарь русского языка. – М., 1980. – Т. 2. – Вып. 7. – С. 76–77.

<sup>3</sup> Дворецкий И.Х. Латинско-русский словарь. – М.: Русский язык, 1976. – С. 525.

Несмотря на явные различия этих определений, в них можно вычленить *общие черты*. Неизменная часть различных толкований связана, во-первых, с техникой, во-вторых – с определенным образованием. «Иначе говоря, это были специалисты, обладающие техническими знаниями, в результате применения которых производились разнообразные технические, т. е. искусственно созданные человеком, структуры»<sup>4</sup>. При этом надо подчеркнуть интеллектуальную составляющую инженерного труда. Инженер сам не создает материальный объект, а лишь разрабатывает способ его создания, применяя свои знания. Иными словами, сущностью инженерной деятельности является **техническая инновация**. Именно изобретение следует считать центральным звеном всего цикла создания технических средств. Вот почему такую важную роль в формировании инженера играет образование.

У римских авторов встречается и первое определение **машины**, еще далекое от нынешнего. «Машина, – писал выдающийся архитектор и механик Витрувий (I в. до н. э.), – есть деревянное, во всех своих частях связанное приспособление, представляющее большие преимущества для поднятия грузов; оно действует искусственным путем, при помощи вращательного движения»<sup>5</sup>.

Определение Витрувия, конечно, очень узко, но он правильно определил некоторые особенности применявшихся в античную эпоху сложных технических приспособлений. Во-первых, они применялись в первую очередь для перемещения в пространстве (подъема) предметов труда (груза, воды и т. д.). Во-вторых, их изготавливали в основном из дерева. В-третьих, они снабжены приводами, действовавшими по принципу вращения.

Что касается слова «**энергетика**», то им обозначают методы применения и эксплуатации различных видов энергии для промышленных и бытовых нужд; к энергетике относят теплотехнику, электротехнику и др.

---

<sup>4</sup> Крыштановская О.В. Инженеры: становление и развитие профессиональной группы. – М.: Наука, 1989. – С. 21.

<sup>5</sup> Виргинский В.С., Хотеев В.Ф. Указ. соч. – С. 107.

## 2. Генезис образования в античном мире

Образование считалось делом трудным, но ценилось во все времена. Умственная лень являлась одним из самых тяжких проступков. «Золотым детством» образования считается период Древней Греции, где учили всех свободных людей. Великими древнегреческими философами Сократом, Платоном и Аристотелем были обоснованы **законы обучения и воспитания**.

1. *Возможность постижения калокагатии* – совершенной и идеальной жизни, сочетающей физическую красоту и нравственное совершенство при главенстве последнего. Педагогическая задача, сформулированная Платоном, гласит: не только должно быть обучено тело, еще непременно оно должно слушаться «благородной души». Исходя из идеала древних греков, в программе обучения на равных правах были интеллектуальное, музыкальное и физическое образование.

2. *Единство знания и нравственности*. Древние считали, что «правильному образу жизни нужно учить», поэтому учитель должен показывать пример во всем.

Система обучения, сложившаяся в Древней Греции, включала в себя:

1-й этап. Начальное обучение: письмо, чтение, счет, гимнастика, музыка.

2-й этап. Грамматика, риторика, математика, спорт, музыка на более высоком уровне.

3-й этап. Высшая ступень. Риторика и философия.

В Древней Греции действовали крупные научные школы и учебные заведения. Так, около 387 г. до н. э. Платон организовал в Афинах Академию – философскую школу. Около 335 г. до н. э. Аристотель основал в Афинах философскую школу Ликей, ставшую важным научным центром. В начале III в. до н. э. в Александрии были основаны библиотека и Мусейон (Мусей) по типу Ликейя Аристотеля. Философы, географы, математики, естествоиспытатели, филологи и медики Мусейона получали пожизненное обеспечение за исследовательскую деятельность. Мусейон имел свою астрономическую обсерваторию, зоологи-

ческий и ботанический сады, анатомический театр и другие службы для проведения экспериментальных работ.

Во II в. н. э. в Риме была основана высшая школа Атенеум, в которой изучались риторика, философия, литература и нравы.

Однако учиться в Древней Греции было трудно. Приведем пример *Пифагора* (род ок. 570 г., умер ок. 500 г. до н. э.)<sup>6</sup> – древнегреческого философа, математика, астронома.

Основатель школы в Кротоне Пифагор считался одним из самых образованных людей своего времени; доказал знаменитую теорему о равенстве квадрата гипотенузы прямоугольного треугольника сумме квадратов катетов, носящую теперь его имя, обосновал многие свойства геометрических фигур, разработал математическую теорию чисел и их пропорций, внес значительный вклад в развитие астрономии и акустики, предположил, что движение небесных тел подчиняется определенным математическим законам.

Получив образование в Греции, юный Пифагор решил продолжить его в Египте, т. к. там были самые лучшие математики. Молодой ученый явился к египетскому фараону с рекомендательным письмом от своего правителя. Однако Египет строго оберегал мудрость веков. Мемфисские жрецы, посвященные в тайны природы и мироздания, свято хранили эти знания. Возвышенные истины скрывались в особом языке ритуалов, совершавшихся в недоступных тайных помещениях величественных храмов. Только посвященный мог правильно истолковать слова, жесты и действия участников этих секретных обрядов. Поэтому Пифагору нужно было пройти определенные испытания и принять сан жреца, чтобы быть допущенным к постижению этих истин.

В течение 22 лет готовился Пифагор к посвящению, проходя сложные, а порой и опасные ритуалы. Но они закалили его волю и привели к выводу: «Наука чисел и искусство воли – вот два магических ключа. Они открывают все двери вселенной».

Постигнув глубины наук, он вернулся после долгого отсутствия на родину и создал в Кротоне собственную школу, названную затем Пифагорейским союзом, или орденом. Он обучал своих учеников основам математики, музыке, астрономии. Но приобщиться к сокровищам науки его ученикам было не просто. Новичку необходимо было пройти обряд посвящения. Этот обряд был не столь жесток, как в Египте, но также требовал немалой степени выносливости. Пребывание в ночном мраке пещер, долгое напряженное одиночество в тесной келье, строгий пост и прочие испытания для души и тела – это было еще не все. Не менее труден был поиск ответов на коварные вопросы, хотя бы на такой: «Что

---

<sup>6</sup> Подробнее см.: Пономарева Т.А. Великие ученые. – М., 2002. – С. 21–29.

означает треугольник, вписанный в круг?». Не все справлялись с этими вопросами.

Но даже для тех, кто прошел первую ступень посвящения, испытания не заканчивались. Впереди было самое сложное – обет молчания в течение 5 лет, чтобы воспитать в себе необходимую сосредоточенность. Но и в последующие пять лет ученики еще были недостойны видеть учителя. Они лишь слушали его речи, доносившиеся из-за плотных занавесей. И только после этих 10 лет Пифагор представал перед слушателями, и в оставшиеся 5 лет они могли вести с ним диалог.

Школа была центром жизни Пифагора. Здесь в 60 лет среди своих учениц он нашел жену, родившую ему 7 детей. Здесь он прививал ученикам не только знания, но и ратовал за нравственность. Самыми большими пороками он считал невоздержанность и корыстолюбие. По его мнению, неумеренное стремление к богатству, славе и почестям пагубно для человека. Он призывал изгонять из души гнев, печаль и раздражение, поскольку они порождают болезни. Он утверждал, что необходимо воевать с беззаконием, вести разумный образ жизни. Одна из основных заповедей Пифагора: «Не делай никогда того, чего не знаешь. Но научись всему, что следует знать».

### **3. Первые инженеры и техники, выдающиеся открытия и изобретения древности**

В Древней Греции и Древнем Риме появились работы, теоретически обосновывающие технические достижения. Чаще всего их писали практики. Так, *Герон Александрийский* (I в. до н. э.) создал трактат «Механика». В нем он писал, что механика может быть разделена на теоретическую и прикладную части. Теоретическая часть состоит из геометрии, арифметики, астрономии и физики; прикладная – из металлургии, архитектуры, живописи и всего, что касается ручного труда. Он также написал трактаты «Пневматика» (о механизмах, приводимых в действие нагретым или сжатым воздухом или паром) и «Об автоматах» (о конструкциях самодвижущихся приборов).

Некоторые исследователи первым инженером считают *Архимеда*<sup>7</sup> (287–212). Древнегреческий ученый родился на острове

---

<sup>7</sup> Пономарева Т.А. Великие ученые. – С. 77.

Сицилия в г. Сиракузы. Отец Архимеда, математик и астроном Фидий, дал своему сыну хорошее образование.

Будучи первоклассным математиком и механиком, Архимед решил ряд задач по вычислению площадей поверхностей и объемов. В частности, он определил соотношение объемов шара и описанного около него цилиндра, оказавшееся равным  $2/3$ . Решением этой задачи Архимед очень гордился. Он определил значение числа «пи», представляющего собой, как известно, отношение длины окружности к диаметру; он нашел, что значение числа «пи» не может быть меньше  $3+10/71$  и больше  $3+10/70$ . Архимед ввел понятие центра тяжести и разработал методы его определения для различных тел, дал математический вывод законов рычага; ему приписывают слова: «Дай мне, где стать, и я сдвину Землю». Архимед положил начало статике и гидростатике, причем последняя нашла широкое применение при проверке изделий из драгоценных металлов и определении грузоподъемности кораблей.

Научные достижения Архимеда были тесно связаны с нуждами практики, с жизненными потребностями. Они использовались, по существу, во всей машинной технике того времени, в частности при создании блоков и лебедок, зубчатых передач, ирригационных военных машин. Архимедом сделаны многочисленные изобретения, в их числе: архимедов винт — устройство для подъема воды на более высокий уровень, имеющее преимущество перед поршневым насосом, в случае если вода загрязнена, например, илом; различные системы рычагов, блоков, полиспастов и винтов для поднятия больших тяжестей; военные метательные машины.

Не будет ошибкой сказать, что Архимед был первым ученым-инженером, труды которого положили начало выделению естественных наук в самостоятельную область.

В Древней Греции были и изобретения, выходявшие за рамки античного производства. К III в. до н. э. относится деятельность конструктора *Филона Византийского*, который создал один из первых реактивных приборов, названный сегнеровым колесом. Филон устроил ниже выпускного отверстия насадки фонтана вращающийся шар, снабженный четырь-

мя изогнутыми трубками. Вытекая из этих трубок, вода вращала шар.

Филон изобрел также нагревательное устройство, в котором угли раздувались струей пара, образуемого в самом приборе.

Герон Александрийский создал театр автоматов-марионеток, которые приводились в движение гирями посредством сложной системы зубчатых колес, рычагов, шнуров и т. д. Фигуры разыгрывали целые античные драмы. Герон сконструировал много устройств на основе действия нагретого воздуха. Среди них – прибор годометр (измеритель пути). Годометр Герона состоял из системы зубчатых колес, вращавшихся при движении повозки. Пройденный путь фиксировался стрелками на циферблате с делениями.

Еще больший интерес представлял эолипил Герона (рис. 1), действовавший по реактивному принципу подобно шару в фонтане Филона, но с тем существенным отличием, что в эолипиле Герона действовал пар. Пар поступал в шар из котла по двум полым осям и заставлял шар вращаться в вертикальной плоскости. Таким образом, Герон впервые использовал принцип, который почти 2 тыс. лет спустя лег в основу устройства паровой турбины.

Нельзя с уверенностью сказать, были ли все описанные выше изобретения осуществлены на практике. Но если даже и были, то они не получили производственного применения. Ценность их заключается в новых технических идеях об использовании силы пара и нагретого воздуха, о применении реактивного принципа и т. д.



Рис. 1. Эолипил Герона

#### 4. Образование, наука и техника в странах Древнего Востока

Древний Восток – это территория от северного побережья Африки (Карфаген) до Тихого океана (Китай, Япония), которая объединяет следующие государства: Египет, Финикия, Лидия, Вавилон, Индия, Урарту, Иудея, Китай, Япония, Иран (Персия), Ассирия.

Первые цивилизации Древнего Востока появились в IV тысячелетии до нашей эры.

История, в том числе и история науки и техники Древнего Востока, полна загадок. Так, в древнем Шумере «время обращения луны было известно с точностью до 0,4 секунды. Продолжительность года составляла 365 дней, 6 часов и 11 минут, что отличается от длительности года, определяемого сегодня на основании точнейших данных, всего на 3 минуты. (Причем неизвестно еще, действительно ли это ошибка, или такова была продолжительность года когда-то, в то время, когда были проведены расчеты.)»<sup>8</sup>

Древним египтянам было известно понятие «миллион» и число «пи». Ученые, жрецы и хранители знаний древнего Шумера решали сложные алгебраические задачи, решали системы уравнений с несколькими неизвестными, задачи на сложные проценты и др. Среди клинописных текстов, найденных в Шумере, содержится математический ряд, конечный итог которого выражается числом 195 955 200 000 000.

Поразительны археологические находки, сделанные в Шумере<sup>9</sup>.

Во время раскопок у берегов Тигра в развалинах античного города Селевкия археологи обнаружили небольшие глазурованные глиняные сосуды высотой около 10 сантиметров. В них находились железные стержни и запаянные медные цилиндры, судя по внешнему виду, разъеденные кислотой. Это была не первая подобная находка, и было высказано предположение,

---

<sup>8</sup> Горбовский А.А. Загадки древнейшей истории (Книга гипотез). – М. : Знание, 1971. – С. 45.

<sup>9</sup> Там же. – С. 56.



что эти непонятные сосуды являются своего рода гальваническими элементами.

Когда после тщательного исследования попытались восстановить эти элементы в их первоначальном виде, они дали ток!

Можно упомянуть и о другом факте, также не имевшем до последнего времени объяснения. В Китае есть гробница известного полководца Чжоу-Чжу (265–316 гг. н. э.). Когда был проведен спектральный анализ некоторых элементов орнамента этой гробницы, результат оказался настолько неожиданным, что анализ был повторен несколько раз. Но ошибки не было. Орнамент состоял из сплава, 10 % которого составляла медь, 5 % – магний и 85 % – алюминий. Последнее было самым невероятным.

Первый алюминий, как известно, был получен только в 1808 году, когда для этого был применен электролиз. Электролиз остается до сих пор основным способом получения алюминия. Значит, мы должны предположить одно из двух. Или 1600 лет назад был известен другой способ получения алюминия, о котором ничего не знает и над которым безуспешно бьется современная наука, или тогда уже какая-то ограниченная группа людей знала о явлении электролиза. О возможности последнего предположения говорит новейшее открытие, установившее, что еще в Шумере были известны «гальванические элементы».

На Древнем Востоке сложилась уникальная система образования.

В IV в. н. э. Удджайн, один из главных городов Северной Индии, становится крупным университетским центром. Подобные университеты с преподаванием философии, теологии, а также естественнонаучных и практических дисциплин были открыты и в других индийских городах. В них обучались студенты из Китая, Тибета, Монголии, Бухары и Японии.

В V в. в южноиранском городе Гунде-Шахпур по образцу александрийского центра была основана Академия, просуществовавшая до 639 г., когда город захватили арабы.

В VII–X вв. в Китае сформировалась система образования, включавшая и высшие школы, в которых изучались и естественные науки. Курс изучения математики продолжался 7 лет.

Одним из условий принятия на государственную службу в Китае считалась сдача государственных экзаменов по ряду дисциплин, прежде всего по математике.

Хорошие учебные заведения были в арабских странах. Не удивительно поэтому, что на Востоке было сделано много открытий.

Во II в. в Китае появилась бумага. Затем она стала изготавливаться и в Корее. Первый печатный текст был отпечатан, вероятно, в Корее между 704 и 751 гг., возможно – в Китае в VI–VIII вв. (В Европе первый печатный станок изобрел И. Гуттенберг в XVI в.)

В I–III вв. в Китае появился компас. Следовательно, у жителей Поднебесной были знания о магнетизме. В VI в. в Китае стали открываться мастерские по изготовлению пороха.

Страны Востока опередили Европу и в гончарном деле. В IV–VI вв. в Китае было освоено изготовление фарфора. Для изготовления некоторых изделий использовался фарфор тоньше листа бумаги.

Выдающийся индийский математик и астроном V в. *Арьябхата* дал наиболее точное для того времени значение числа  $\pi$  – 3,1416, вычислил значение корней второй и третьей степени. Он утверждал, что земля – шар, вращающийся вокруг собственной оси.

В VI в. индийский математик *Варахамхира* использовал понятия «синус» и «косинус» (в другой терминологии).

## Выводы

1. Потребность в инженерной деятельности существовала с далекой древности. В период античности появились основополагающие понятия, связанные с деятельностью инженера-энергетика, такие как «электричество», «машина», «инженер».

2. В Древней Греции были заложены основы формирования интеллектуально-духовного облика специалистов. Там зародились основы европейской системы образования.

3. К периоду античности можно отнести появление первых инженеров и изобретателей. Это, например, Архимед, Филон

Византийский, Герон Александрийский. Однако профессия эта не была популярной в античном обществе, где физическим трудом занимались в основном рабы.

4. Большое внимание уделялось образованию на Древнем Востоке. Там были сделаны открытия, во многом опередившие западноевропейскую науку (бумага, компас, порох и др.).

### Список литературы

1. **Виргинский, В.С.** Очерки истории науки и техники с древнейших времен до середины XV века / В.С. Виргинский, В.Ф. Хотеевков. – М. : Просвещение, 1993. – 288 с.
2. **Ковалев, В.И.** История техники / В.И. Ковалев, А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. – Старый Оскол : ООО «ТНТ», 2006.
3. **Крыштановская, О.В.** Инженеры: становление и развитие профессиональной группы / О.В. Крыштановская. – М. : Наука, 1989. – 144 с.
4. **Пономарева, Т.А.** Великие ученые / Т.А. Пономарева. – М. : ООО «Издательство АСТ»; ООО «Издательство Астрель», 2002. – 527 с.

## ЛЕКЦИЯ 2

### Образование, наука и техника в средние века и эпоху Возрождения

#### План

1. Развитие точных и естественных наук в странах Востока и Юга в средние века.
2. Наука и техника Западной Европы в период Возрождения. Появление мануфактурного производства.
3. Зарождение средневековых университетов.

#### 1. Развитие точных и естественных наук в странах Востока и Юга в средние века

Средние века – это период с V до XVII в. Европа переживала в этот период не лучшие времена. Государства вели постоянные опустошительные войны, свирепствовали болезни, голод. Продолжительность жизни в среднем была 35–40 лет. Население, даже его высшие слои, было сплошь неграмотным. В результате центр научной жизни переместился на Восток – в Китай, Индию, Корею. Тем более что еще в древности здесь были заложены основы серьезного образования, накапливались научные знания.

Активное развитие естественных и точных наук наблюдалось в то время у народов, входивших в состав Арабского халифата. В VIII–IX вв. научная деятельность здесь переживала период подъема: строились астрономические обсерватории, здания для научной и переводческой работы, библиотеки. Получило развитие школьное дело, причем труд учителей хорошо оплачивался. Учащиеся предпринимали даже специальные путешествия с учебными целями.

При дворе халифа аль-Мамуна в конце VII в. было основано специальное учреждение – Дом мудрости, в котором он собирал ученых, владевших различными языками, во главе с известным математиком *аль-Хорезми*. На арабский язык переводились труды античных авторов по философии, математике, медицине, астрономии.

Известен трактат «Книга о механике», принадлежащий знаменитым астрономам и математикам Багдадской школы – трем братьям *Бану Мусса* (IX–X вв.). Среди механических устройств, описанных в «Книге о механике», имеются сведения о приспособлении для поддержания постоянного уровня воды в сосуде.

Механическим устройствам для поднятия воды посвящен трактат *Абу-аль-Изза Исмаила аль-Джазари* (XII–XIII вв.) «Книга о познании инженерной механики». Трактаты о механических устройствах были и в других странах.

Видные ученые работали в Средней Азии. Так, таджикский ученый *Ибн Сина* (X–XI вв.) был одним из первых, выступавших за опытные знания. Хорезмский ученый-энциклопедист, современник Ибн Сины, *аль-Бируни* создал капитальные работы по математике, астрономии, физике, ботанике, географии и другим наукам.

## **2. Наука и техника Западной Европы в период Возрождения. Появление мануфактурного производства**

Как уже отмечалось, в период феодализма в Западной Европе наука и техника развивались медленно. Это было связано с господством религиозного мировоззрения. Главенство церкви не только задерживало прогресс научной мысли, но и приводило на костер инквизиции передовых мыслителей средневековья. Так, 17 февраля 1600 г. в Риме был казнен *Джордано Бруно* (1548–1600) – итальянский ученый, философ, поэт. Не имея даже подозрительной трубы, после долгих мучительных размышлений он сделал гениальный вывод о том, что Вселенная бесконечна, что существует бесчисленное множество миров. Он предположил также, что в нашей Солнечной системе существуют другие неизвестные в то время планеты, а Солнце и звезды вращаются вокруг своих осей. В 1592 г. он был арестован инквизицией и брошен в тюрьму. Он мог остаться в живых, отрекшись от своих гениальных идей, но Истина для него была дороже жизни. Он очень ценил жизнь, ему было чем в ней заняться и дальше.

Но он не мог предать свои убеждения, это было для него страшнее смерти.

Развитие производительных сил в промышленности Западной Европы началось только в XIV–XV вв. Причины, обусловившие это, были следующие:

1. К этому времени в Европе образовались достаточно крупные государства. Однако для сохранения завоеванных земель монархам нужна была сильная армия. В результате они начали реорганизацию своих военных сил – стали создаваться постоянные армии. Это повышало потребность в металле для орудий, сукне для солдатской одежды, продовольствии. Отток рабочей силы из хозяйства в наемные армии, участвовавшие в непрерывных войнах, приводил к безвозвратной утрате рабочих рук для экономики. Поэтому появление новых прогрессивных технологий и инструментов имело колоссальное значение.

Усилилось внимание и к энергетике. Основными видами энергии, приводившими в движение механизмы, являлись труд человека, сила животных, воды и ветра. В промышленности в качестве энергетической силы использовалось водяное колесо. С XIII в. стали применять верхнебойное колесо, имевшее большую мощность вращения. Водяные и ветряные механизмы использовались в разных отраслях промышленности – сукноделии, горном, металлургическом и бумажном производстве.

Возросшая потребность в черных металлах вела к увеличению добычи руды и производства чугуна, железа и стали. В XV в. стали делать глубокие шахты со штреками (расходящимися в разные стороны ответвлениями) и штольни (горизонтальные и наклонные выходы для добычи руд в горах). Появились насосы для откачки воды из шахт.

Ручные мехи заменялись механическими, работавшими от водяного колеса.

К середине XV в. был открыт так называемый переделочный процесс, ставший основой современной черной металлургии.

В качестве топлива использовали древесину, древесный каменный уголь, торф. В металлургии в основном использовался древесный уголь, а с XV в. – каменный уголь.

Для дробления и измельчения руды стали применять работавшие на водной энергии ступенчатый вал, а при ковке металла – тяжелый механический молот; в металлообработке – простейшие токарные, сверлильные, прокатные, волочильные и другие станки.

Серьезные нововведения появились в сукноделии, типографском деле, судостроении.

В связи с усложнением технологии в производстве происходит углубление специализации, растет техническая квалификация работников, появляются новые профессии. В XVI в. насчитывалось более 100 основных отраслей ремесла, в XVIII в. – около 250. Межотраслевое и внутриотраслевое разделение труда становится важным фактором развития производительных сил.

2. В XIV–XVI вв. в Европе появляется новая форма организации производства – мануфактура. Мануфактура – капиталистическое предприятие, где использовался ручной труд, но уже существовало разделение труда. Детализация производственного процесса и совершенствование ручного инструмента в мануфактуре достигали такой высокой степени, что подвели к созданию рабочего механизма машины, а тем самым к машинному производству. В мануфактурах использовался наемный труд, их организаторами были лица, владевшие необходимыми денежными средствами. Все это способствовало развитию производства.

3. Фактором, значительно ускорившим разложение феодализма, стали Великие географические открытия конца XV – начала XVI в. Важнейшими из них были:

- открытие Америки Христофором Колумбом в 1492 г.;
- открытие морского пути в Индию Бартоломео Диасом (1486–1487), Васко да Гаммой (1497–1498);
- открытие Северной Америки Дж. Каботом (1497–1498);
- первое кругосветное мореплавание Ф. Магеллана (1519–1522).

Кроме развития торговли, мореплавания и военного дела, Великие географические открытия способствовали развитию экспериментальной науки.

4. XVI–XVII вв. стали важнейшим этапом развития науки. Определяющую роль в этом сыграли потребности нарождающегося капитализма. В этот период было подорвано господство религиозного мышления, и в качестве ведущего метода исследования утвердился эксперимент, который наряду с наблюдением радикально расширил сферу познаваемой действительности. Теоретические рассуждения стали соединяться с практическим освоением природы, что резко усилило познавательные возможности науки. Глубокое преобразование науки, произошедшее в XVI–XVII вв., считают *первой научной революцией*. Она дала миру такие имена, как Г. Галилей, Дж. Бруно, И. Кеплер, Р. Декарт, Х. Гюйгенс, И. Ньютон, Э. Торричелли и др.

Научная революция XVII в. связана с революцией в естествознании. Развитие производительных сил требовало создания машин, внедрения химических процессов, знания законов механики, использования точных приборов для астрономических наблюдений и др.

Начало научной революции положено *Н. Коперником* (1473–1543), польским ученым. Коперник в 1543 г. опубликовал книгу «О вращении небесных сфер», в которой отверг геоцентрическую систему Птолемея, выступив с утверждением, что Земля не является неподвижным центром, а вращается вместе с другими планетами вокруг Солнца. Его взгляды были развиты немецким астрономом *И. Кеплером* (1571–1630), сформулировавшим законы движения планет. Дж. Бруно признавал, что мир бесконечен, Вселенная не имеет края и что Солнце – это лишь одна из бесконечного числа звезд, которые, как и Солнца, окружены планетами, подобными Земле.

Многие открытия – не только в физике, но и в механике – принадлежат *Галилео Галилею* (1564–1642), который, в частности, разработал основы динамики для движения твердых тел.

Развитию науки в начале XVII в. способствовали труды английского философа *Ф. Бэкона*, который провозгласил, что



опыт и экспериментальное исследование являются источником и основой научного познания. Появились смелые экспериментаторы и в области энергетики.

Величайший ученый в истории человечества – англичанин *Исаак Ньютон* (1643–1727). С его именем связаны важнейшие этапы в развитии оптики, астрономии, математики. Он создал основы механики, открыл закон всемирного тяготения, разработал на его основе теорию движения небесных тел.

Делаются также первые шаги и в изучении электричества и магнетизма. В Лондоне в 1600 г. появляется книга под названием «О магните, магнитных телах и о большом магните земли». Автор ее – придворный врач английской королевы Елизаветы *Уильям Джильберт*. Наблюдательный медик описал в книжке много важных и интересных явлений, связанных с природой магнетизма и электричества. Джильберт указывал, в частности, что нельзя изготовить магнит только с одним полюсом; если взять два магнита, то одноименные их полюса будут отталкиваться, а разноименные – северный и южный – притягиваться. А если магнит сильно ударить или нагреть, то он размагнитится. Он высказал мысль, что земля сама по себе является магнитом. Джильберт заметил, что не все материалы могут накапливать электричество, или, как мы теперь говорим, электризоваться. Если смола и стекло электризовались легко, то с металлами ничего не получалось. (Впоследствии стали строить различные машины, в которых электричество накапливалось трением. Для этого применялись стеклянные диски, которые при вращении натирались прижатыми к ним щетками.)

Быстро развивалась математика. К середине XVII в. во всеобщее употребление вошли специальные знаки для записи алгебраических действий – знаки сложения, возведения в степень, извлечения корня, равенства, скобок и др., создана аналитическая геометрия, успешно решена проблема исчисления бесконечно малых величин.

Во многом благодаря первой научной революции западноевропейская цивилизация стала лидировать в мире, а инженеры стали одной из наиболее престижных и многочисленных групп населения. Правда, в основном это были военные инже-

неры. У инженеров стало формироваться чувство своей избранности, которое основывалось на знании технических тайн и тонкостей, не доступных другим людям. В XV–XVI вв. появляются первые пособия по инженерному делу, большинство которых также связано с военным искусством. Однако инженерного образования по-прежнему не было. Основным принципом обучения оставалась практика под руководством опытного мастера.

В то время инженерами и изобретателями были наиболее выдающиеся люди. Так, титан Возрождения *Леонардо да Винчи* (1452–1519) был не только художником и скульптором, но и инженером, практическим механиком, изобретателем. Примерно в 1500 г. он сконструировал сверлильный станок. Он присоединил винты к шпинделю станка через ряд сменных шестерен, что дало возможность получить так называемый «самоход», т. е. полностью заменить ручной труд рабочего.

### **3. Зарождение средневековых университетов**

В V в. н. э. Рим был завоеван варварами, античная культура пришла в упадок, наступил период средневековья, который продолжался до конца XIV в. Термин «средние века» появился в период Возрождения, в XV в., и обозначал эпоху глубокого культурного упадка. Действительно, центр научных знаний, в том числе и в области точных наук, переместился в Арабские страны, Индию, Китай, Корею.

Однако именно в средние века, в связи с ростом к XII–XIII вв. городов, развитием торговли, в Западной Европе появились первые университеты.

Слово «*университет*» в переводе с латинского обозначает «корпорация», «сообщество» преподавателей и студентов. Университеты возникли как носители и распространители знаний, как корпорации студентов и преподавателей для ограждения от насилия извне, для защиты своих интересов.

Внутренняя жизнь университетов была организована следующим образом: университет подразделялся на специальные отделения – *факультеты* (от латинского *facultas* – способ-

ность). Всего в средневековых университетах насчитывалось 4 факультета:

- медицинский;
- теологический (богословский);
- юридический;
- свободных искусств (артистический).

Первые три считались высшими, они давали специальные знания. На них поступали после окончания низшего факультета. Каждый факультет имел декана и печать.

После завершения обучения на факультете свободных искусств, сдачи экзаменов и участия в нескольких диспутах студент получал степень бакалавра искусств, имел право носить круглую шляпу без полей и поступать на один из высших факультетов. Здесь степень бакалавра требовала еще трех лет учебы и соответствующих испытаний, бакалавр искусств мог получить ее за два года. Бакалавр производился в лиценциаты через несколько лет занятий и новых испытаний. Лиценциат после нескольких лет преподавания и особого экзамена становился магистром. Получение степени магистра и доктора превращалось в многодневную церемонию: надо было выступить с речью перед факультетом, прочесть лекцию, выдержать диспут (так, в 1304 г. Дунсу Скотту, пришедшему на диспут в Париж из Оксфорда, пришлось выслушать 200 контртезисов, которые он сразу повторил по памяти в правильном порядке и на каждый дал достаточно убедительный ответ), дать обед для профессоров и каждому из них сделать подарок. Поэтому докторских защит было мало, и многие лиценциаты не получали профессорские права. Магистр и доктор имели право носить широкополый берет и особое кольцо на руке. Были и так называемые печатные доктора, получавшие докторские степени от пап и королей в виде печатей, такие доктора университетами не признавались за настоящих.

Преподавание в университете считалось настолько трудным делом, требовавшим полной отдачи сил, что преподаватели давали обет безбрачия. В матрикулах Венского

университета сохранилась характерная запись против имени одного профессора: «впав в безумие, женился»<sup>10</sup>.

К XV в. в Европе насчитывалось примерно 60 университетов. Крупнейшим был Парижский, названный по имени его основателя Сорбонной.

Обучение в средневековом университете включало в себя: слушание лекций, участие в диспутах, защиту диссертаций и сдачу экзаменов.

В Парижском университете профессор должен был говорить текст лекции свободно, а не читать его, тем более диктовать. Запрещалось даже повторять текст, за исключением особо трудных мест.

В основе средневековых знаний лежало изучение двух комплексов наук, установленных еще в эпоху античности: тривиума (грамматика, риторика, диалектика) и квадривиума (астрономия, арифметика, музыка, геометрия). Эти науки расшифровывались следующим образом: грамматика говорит, диалектика учит истине, риторика украшает речь, музыка поет, арифметика считает, геометрия взвешивает, астрономия изучает звезды.

Учебный год в средневековых университетах обычно начинался 19–20 октября и длился до 7 сентября (семестры появились в немецких университетах в XV в.), затем шли большие каникулы. Кроме того, занятий не было две недели в связи с Пасхой, 11 дней на Святках, по четвергам на тех неделях, в середине которых не было праздников. По субботам обычно проводились диспуты: кто-то из магистров говорил вступительную речь и предлагал тезисы для обсуждения. Из числа присутствовавших желавшие, прежде всего магистры, возражали и выставляли свои контртезисы. Диспуты нередко принимали такие острые формы, что приходилось ставить барьеры.

Постепенно складывался особый слой общества – *студенты*. Они имели общие черты: были выходцами из разных слоев общества; имели общую жизнь и учебу; были оторваны от дома; имели схожие интересы и жизненные цели. Странствуя

---

<sup>10</sup> Аврус А.И. История российских университетов : Курс лекций. – Саратов : Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 1998. – С. 7.

из одного университета в другой, они невольно приобщались к жизни простого народа.

Студенты университета объединялись в землячества – провинции и нации. Студенты избирали ректора, а преподаватели – деканов.

В XIII в. в университетах появились первые коллегии (колледжи), первоначально представлявшие собой общежития, организованные духовными ордерами для своих посланцев в университетах. Там монах-школяр получал жилье, одежду, пищу, книги. Постепенно в колледжах стали жить и преподаватели, в них переместилась часть учебного процесса.

Кстати, именно благодаря студентам появилась почта. Средневековые студенты почти ежегодно переезжали из одного университета в другой, колеся по Европе в поисках сведущих преподавателей и более глубокого овладения наукой.

Университетская сеть обладала отработанной системой связи. Из университетов в папскую курию регулярно отправлялись документы, университеты поддерживали связь между собой, консультируясь по важным вопросам, а в случае необходимости рассылали воззвания по всем частям христианского мира. Самое главное, что студенты не порывали связи с домом – шли письма, написанные по всем правилам эпистолярного искусства, в ответ на которые из дома пересылались вещи, продукты, деньги и наставления. Как работала эта система? К папе, королю или архиепископу могли отправлять депутатов или нарочных. Но связи повседневные осуществлялись малоизученной пока системой университетских посланников. Для каждой провинции, каждой страны специальный купец брался доставлять корреспонденцию. Присягнув на верность корпорации, он считался университетским «подданным». Это давало ему право на освобождение от налогов и таможенных пошлин, это считалось делом выгодным. Купцы-посланники перевозили письма, написанные не только студентами, но и частными лицами за небольшую плату – так в Европе возникла первая система почтовой связи.

В большинстве своем жилось студентам тяжело. Сохранилось письмо студента, относящееся к XIV в. «Настоящим уведомляю Вас, что я с величайшим прилежанием занимаюсь в Оксфорде. Но отсутствие денег сильно мешает моему продвижению к промоции, ибо прошло уже два месяца с тех пор, как я в последний раз получил деньги, которые Вы мне послали. Этот город весьма велик и предъявляет к живущим в нем большие требования. Я должен снимать квартиру, покупать все необходимое и делать сверх того многие непредвиденные расходы. Поэтому я почтительно призываю к Вашей отеческой заботливости, дабы Вы из божеского сострадания оказали мне поддержку, чтобы я мог полностью закончить то, что я так хорошо начал. Ведь Вы должны знать, что без даров Цереры и Вакха Аполлон коченеет от холода»<sup>11</sup>.

В средние века в университетах сложились традиции, во многом сохраняемые и в лучших современных университетах. *К университетским традициям* относятся следующие.

#### 1. *Университетское братство.*

Университет был местом, где завязывались личные контакты, формировались спаянные группы европейской элиты, складывались группы друзей и единомышленников. Студенты давали присягу университету, своей «нации», факультету и хранили ей верность до конца жизни. Один из секретов необычайного политического веса университетов в XIV–XV вв. в том и состоял, что альма-матер в спорном случае могла обратиться за помощью к своим выпускникам, занимавшим важные светские и церковные должности, а нерадивых объявить клятвопреступниками и пригрозить отлучением. Выпускников одной коллегии связывала личная дружба и приверженность некоему особому культурному стилю – например, идеям итальянских гуманистов. Часто солидарность однокашников продолжала связывать людей, оказывавшихся во враждебных лагерях. Конечно, университетские связи редко пересиливали чувства верности сеньору или патрону, семье, клану, партии. Но

---

<sup>11</sup> Уваров П. Университеты и идея европейской общности // Европейский альманах: История. Традиции. Культура / отв. ред. А.О. Чубарь ; РАН, Ин-т всеобщ. истории, Центр по изучению европ. цивилизации. – М., 1993. – С. 116–122.

университетская общность могла органично включаться в эту иерархию солидарностей.

## *2. Университетская культура.*

Людей, хотя бы на какое-то время окунавшихся в университетскую среду, впоследствии можно было опознать по их причастности к единой университетской культуре. И высокоученому доктору теологии, никогда не покидавшему своей кафедры, и бакалавру прав, ставшему ловким адвокатом, и даже магистру искусств без определенных занятий и потому уже тревожащему городские власти был свойствен особый культ разума. Рационализм проявлялся даже тогда, когда в университетской среде наблюдалась склонность к мистицизму и рассуждениям о брэнности человеческого знания. Не только ученые, но и администраторы, политики и поэты, прошедшие через университет, то и дело проговаривались, употребляя схоластические термины, впадая в дидактизм, постоянно ссылаясь на авторитеты древних авторов.

Обладатели степеней превыше всего ценили законы – природные, общественные, божественные (далеко не всегда им следуя, конечно) – и полагали, что им, знатокам и хранителям этих универсальных законов, должно быть отведено самое почетное место в обществе. Ведь они обладали высшим благом – разумом, знаниями, – иначе говоря, источником всех добродетелей. В университетских кругах полагали, что истинное благородство и право на ведущую роль в обществе дает не знатное происхождение, но добродетели и образованность. Амбиции ученых рождали желание давать советы правителям, самим занимать высшие должности, а в отсутствие такой возможности – зло смеяться над несовершенством нравов, законов, учреждений и настаивать на их реформации, на приведении их в соответствие с законами старины.

Но, пожалуй, самой важной в университетском культурном стиле была манера принимать решения, а стало быть – и действовать. Предмет всесторонне обсуждался, подлежал рассмотрению с разных сторон, отсекался на части, выявлялись разные мнения, по каждому вопросу выносились определения, которые сводились затем в заключительном суждении. Оно

должно было выноситься единогласно, быть согласованным с мнениями обсуждавших, причем право высказывать и отстаивать свою точку зрения было непререкаемым. Все это входило в плоть и кровь студента, а затем – магистра, прошедшего через тысячи лекций, сотни диспутов, десятки экзаменов. Ученый уже не мог, заняв какую-либо должность, мыслить и действовать иначе.

### *3. Кодекс студенческого поведения.*

При этом существовал и особый университетский юмор, увы, почти полностью потерянный для нас. Был свой язык знаков, язык ритуалов, а также особый кодекс студенческого поведения: обязательное зубоскальство, язвительные прозвища, отмеченные еще в начале XIII в., шутки, порой невинные, а порой напоминавшие наши «неуставные отношения», и непременно попойки, входившие в число атрибутов обучения в университете. Так, в XIII в. будущие правоведы и толкователи догматов почти в обязательном порядке задирали горожан, устраивали стычки друг с другом. В Тулузе «студенческое насилие» было локализовано в определенных местах так же, как и на парижском Лугу школяров (Пре-о-клер). В этих местах проходили бесконечные студенческие дуэли, отличавшиеся от дуэлей настоящих тем, что почти никогда не приводили к смертельному исходу, но часто – к травмам.

Городские, королевские и церковные власти неизменно осуждали такое поведение, но часто студентам прощались вещи, за которые простого бродягу ждала виселица. Здесь сказывались и ностальгические воспоминания строгих судей, и то, что буйное поведение, прославленное в *«Гаудеамусе»* – студенческом гимне, – считалось несколько хлопотным, но практически неизбежным аспектом университетского образования, входило в кодекс поведения, в правила игры, диктуемые университетской культурой.

Предлагаем вниманию читателей текст *«Гаудеамуса»* на латыни и его перевод на русский язык.



*Gaudeamus igitur,  
Iuvenes dum sumus!  
Post iucundam iuventutem,  
Post molestam senectutem  
Nos habebit humus.  
Ubi sunt, qui ante nos  
In mundo fuere?  
Vadite ad superos,  
Transite ad inferos,  
Ubi iam fuere.  
Vita nostra brevis est,  
Brevi finietur.  
Rapit nos atrositer,  
Venit mors velositer,  
Nemini parceretur.  
Vivat academia,  
Vivant professores!  
Vivat membrum qualibet,  
Vivant membra quaelibet  
Semper sint in flore!  
Vivant omnes virgines,  
Faciles, formosae!  
Vivant et mulieres,  
Tenerae, amabiles,  
Bonae, laboriosae.  
Vivat et respublica,  
Et qui illam regit!  
Vivat nostra civitas,  
Maecenatum caritas,  
Quae nos hic protegit.  
Pereat tristitia,  
Pereant dolores,  
Pereat diabolus,  
Quivis antiburschicus  
Atque irrisores!*

*Итак, будем веселиться,  
Пока мы молоды!  
После приятной юности,  
После тягостной старости  
Нас возьмет земля.  
Где те, которые раньше  
Нас жили в мире?  
Пойдите на небо,  
Перейдите в ад,  
Где они уже были.  
Жизнь наша коротка,  
Скоро она кончится.  
Смерть приходит быстро,  
Уносит нас безжалостно,  
Никому пощады не будет.  
Да здравствует университет,  
Да здравствуют профессора!  
Да здравствует каждый сту-  
дент,  
Да здравствуют все студенты,  
Да вечно они процветают!  
Да здравствуют все девушки,  
Изящные, красивые!  
Да здравствуют и женщины,  
Нежные, достойные любви,  
Добрые, трудолюбивые!  
Да здравствует и государство,  
И тот, кто им правит!  
Да здравствует наш город,  
Милость меценатов,  
Нам покровительствующая.  
Да исчезнет печаль,  
Да погибнут скорби наши,  
Да погибнет дьявол,  
Все враги студентов  
И смеющиеся над ними!*

#### *4. Университеты как школа демократии.*

Люди университетской культуры, конечно, не были столь влиятельны, но также входили в политическую и социальную

элиту, причем с течением времени их позиции все более укреплялись. К власти приходили люди, воспитанные в среде, где уже в XIII в. руководствовались принципом римского права: «Что касается всех, должно быть одобрено всеми». Годы социального становления их личности (от 12–14 до 21–25 лет) проходили в среде, где при полном отсутствии вертикальных связей связи горизонтальные были необычайно сильны: будь то университетская солидарность или солидарность членов одной «нации». За годы учебы будущий интеллеktуал не только тренировал память и логическое мышление; он постоянно был свидетелем, а затем и участником работы шумной, бестолковой, но непреклонной университетской демократии. Ни один университет не мирился с авторитарным вмешательством в свою жизнь, от кого бы оно ни исходило: со стороны городских властей, епископа, королевских чиновников или папских посланцев. В ответ на любые попытки давления после жарких дебатов составлялись петиции, снаряжались депутации, возбуждались судебные иски, грозились забастовкой. При выработке любых решений выслушивались мнения всех университетских общин и отдельных ораторов, а затем шли бесконечные согласования. Выборы следовали непрерывно: нации избирали прокуроров, факультеты – синдиков и деканов, университет – ректора. Сохранилась масса свидетельств того, как выборы сопровождались махинациями, склоками, скандалами, а то и драками, за которыми следовали жалобы в суд. Современники любили посмеяться над «мышью возней» честолюбивых магистров: столько энергии растрчивалось ради власти, пусть и почетной, но абсолютно призрачной. Ведь университетские должности занимались на очень короткий срок: ректорство, например, длилось от трех до шести месяцев. А сколько страстей кипело по поводу установления очередности на получение степени!

Но именно так практика формировала образ мысли, поведенческие стереотипы университетского люда, убежденного в святости права избирать своих представителей и руководителей, права отстаивать свои свободы и привилегии, права выражать и защищать свое мнение. Университеты стали предтечей правового государства.

Однако, по мере развития промышленности, авторитет университетов стал падать, а профессиональных школ – расти.

### **Выводы**

1. В период средневековья центр научной жизни переместился в Арабские страны, Индию, Китай. Здесь была сформирована система образования, включавшая и высшую школу, в которой изучались естественные науки, а также были сделаны многие научные открытия.

2. В период Возрождения в связи с зарождением в конце XIV в. капитализма возникла потребность в теоретическом обосновании и практическом создании энергетической техники. Развивалась гидро- и ветроэнергетика. Работали выдающиеся ученые.

3. В период Возрождения инженеры (в основном военные) становятся многочисленной и престижной группой населения.

4. Важнейшим явлением средневековой культуры было создание университетов. Слово «университет» в переводе с латинского обозначает «корпорация», «сообщество» преподавателей и студентов. Первые университеты возникли в Западной Европе в XII в. Они готовили специалистов в области богословия, юриспруденции, медицины. Были заложены основы университетской жизни и традиции, сохранившиеся до наших дней.

### **Список литературы**

1. **Аврус, А.И.** История российских университетов. Курс лекций: учебное пособие / А.И. Аврус. – Саратов : Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 1998. – 128 с.

2. **История энергетической техники** / Л.Д. Белькинд [и др.]. – М.; Л. : Госэнергоиздат, 1960. – 663 с.

3. **Виргинский, В.С.** Очерки истории науки и техники с древнейших времен до середины XV века / В.С. Виргинский, В.Ф. Хотеевков. – М. : Просвещение, 1993. – 288 с.

4. **История** мировой экономики : учебник для вузов / под ред. Г.Б. Поляка, А.Н. Марковой. – М. : ЮНИТИ, 1999. – 727 с.

5. **Кравченко, А.Ф.** История науки и техники / А.Ф. Кравченко. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2005. – 435 с.

6. **Пономарева, Т.А.** Великие ученые / Т.А. Пономарева. – М. : ООО «Издательство АСТ» ; ООО «Издательство Астрель», 2002. – 527 с.

7. **Уваров, П.** Университеты и идея европейской общности / П.А. Уваров // Европейский альманах : История. Традиции. Культура / отв. ред. А.О. Чубарь ; РАН, Ин-т всеобщ. истории, Центр по изучению европ. цивилизации. – М., 1993. – 174 с.

8. **Шнейберг, Я.А.** История выдающихся открытий и изобретений (электротехника, электроэнергетика, радиоэлектроника) / Я.А. Шнейберг. – М. : Изд. дом МЭИ, 2009. – 118 с.

## ЛЕКЦИЯ 3

### **Просвещение на Руси. Развитие образования и становление профессии инженера в России (IX – вторая половина XIX в.)**

#### **План**

1. Просвещение и научно-технические знания в средневековой Руси (IX–XVII вв.). Первые русские инженеры.
2. Реформы Петра I в области образования.
3. Высшее инженерное образование в XVIII – второй половине XIX в.
4. Русские инженеры и изобретатели.

#### **1. Просвещение и научно-технические знания в средневековой Руси (IX–XVII вв.). Первые русские инженеры**

На Западе в средние века возникли университеты. Европейское университетское образование предполагало, во-первых, широкое самоуправление университетов; во-вторых, изначально свободное преподавание и свободное развитие всех областей науки, независимо от их практического применения; в-третьих, значительный простор для студентов в выборе направлений своих знаний, преподавателей и даже образа жизни в университете. Университеты давали открытый доступ к образованию людям всех званий, выходцам из разных стран и регионов; их основателями могли быть города, церковные и светские власти, они могли возникнуть и как вольные ассоциации, имевшие особые права.

На Руси ситуация была иной. Древнерусское государство не являлось прямым наследником античной образованности. Здесь господствовало византийское влияние. Византийская образовательная система была своеобразной и не подразумевала учебных заведений в строгом смысле слова. С введением христианства в Киеве, Новгороде и других городах возникли первые школы, но система образования так и не была создана. Причину этого надо искать не в отсталости Руси, а в особом,

христианском типе просвещения. Здесь отношение к миру основывалось не на знании, а на вере. Христианский тип просвещения, т. е. просвещение верой и мудростью, не нуждался в специальных учебных заведениях. Образование и воспитание русского человека шло постоянно на нравственном примере членов семьи, авторитетных людей своего времени, житиях Святых. Такое образование сформировало особый тип просвещенного человека – интеллигента. Разум, знания ценились на Руси очень высоко, но это должен был быть разум, находящийся под контролем нравственности. Знания воспринимались только как дополнение к человеческим ценностям. В результате просвещение сформировало такие черты, как забота о благе народа, патриотизм, верность национальному долгу, самопожертвование, терпение.

На основе христианских заповедей сформировались и первые отечественные интеллигенты – розмыслы (инженеры).

Развитие технической мысли на Руси IX в. шло так же, как и в Западной Европе. Появление одних и тех же приспособлений и механизмов вызывалось у нас и на Западе потребностями производства.

Русские давно знали колесо (906 г., поход князя Олега в Византию). Повозки были в Новгороде. Был известен гончарный круг. С XII в. строились водяные мельницы. В это же время появились ткацкие станки. Самым популярным механизмом были замки. На Руси умели обрабатывать железо, строить крупные архитектурные сооружения.

До XIII в. Русь находилась на таком же уровне технико-экономического развития, как и Западная Европа. Но в XIII в. страна была разорена нашествием татаро-монгол и рыцарских католических орденов. Особенно тяжелыми были последствия завоеваний с Востока. Были разрушены многие города, погибли ремесленники – хранители секретов своего мастерства. В результате на многие годы на Руси были утрачены способы изготовления стекла, каменного строительства.

Восстанавливаться после ордынского нашествия Русь начала с конца XIII – начала XIV в. Но только после освобождения от ига (1480 г.) производительные силы страны стали

развиваться быстрыми темпами. Стало расти городское ремесло. В больших городах насчитывалось 60–70 ремесленных профессий. Возродилось литейное дело, мастера которого изготавливали колокола, пушки, бронзовые украшения и др.

В XIV–XV вв. появляется огнестрельное оружие, механические часы (например, башенные Московского Кремля – 1404 г.). Активно развивалась архитектура.

На Руси знали гидродинамику. В Москве с XV в. существовал самотечный водопровод. Напорный водопровод появился в 1633 г.

В XVI в. при Иване Грозном в России появляется термин «розмысл», заменяющий слово «инженер», которое уже было на Западе. Розмысл обязан был размыслить задачу со всех сторон, опираясь не только на опыт, накопленный его предшественниками, но и на свой ум, изобретательность, даже на мечту, на фантазию.

«Розмыслы» были самоучками. Секрет профессионального мастерства передавался от отца к сыну. Профессионально подготовленными инженерами были только иностранцы, «ввоз» которых из европейских стран начался при Иване Грозном.

При Василии Шуйском было положено начало теоретической подготовке русских инженеров. В 1607 г. был переведен на русский язык «Устав дел ратных», в котором, кроме правил образования и разделения войска, действия пехоты, рассматривались и правила сооружения крепостей, их осады и обороны. Своеобразную роль учителей по инженерному делу в русской армии взяли на себя шведские офицеры. По социальному составу первые русские инженеры принадлежали чаще всего к служилому сословию.

Труд инженеров стал востребован на *мануфактурах*, которые появились в России в конце XVI в. Первые мануфактуры были связаны с литейным производством, где изготавливали пушки и колокола. Это был сложный технологический процесс, который должен был протекать под наблюдением мастера; в нем участвовали мастера-специалисты и подсобные рабочие. В 1586 г. на крупнейшем пушечном дворе страны, в Москве, Андреем Чоховым была отлита «царь-пушка» весом 400 пудов.

Однако русские мануфактуры, в отличие от западноевропейских, развивались медленно. Связано это было, во-первых, с тем, что на них работали крепостные крестьяне, не имевшие профессиональной подготовки и не заинтересованные в результатах своего труда; во-вторых, из-за дешевизны труда крепостных крестьян не выгодно было внедрять передовую технику; в-третьих, мануфактурами в России, кроме государства, владели в основном купцы и даже крепостные крестьяне (по доверенности землевладельца), что, естественно, сдерживало промышленную инициативу.

Чаще вольнонаемный труд и квалифицированные иностранные инженеры и рабочие использовались в частном промышленном деле. В XVI в. наибольшее значение приобрели солеварение, рудное дело, металлургия и др. Так, например, выходцы из сольвычегодских крестьян купцы Строгановы владели крупными солеварнями на Устюге, Каме, в Перми, на Урале. На них работали на различных специальностях до 10 тыс. вольных рабочих и до 5 тыс. крепостных.

В XVII в. развитие страны было вновь прервано иностранной интервенцией, крестьянскими воинами и народными восстаниями. Лишь в конце XVII в., при первых Романовых, в России появились *первые признаки капитализма*: увеличилось количество мануфактур, началась специализация районов, стал складываться всероссийский рынок. Однако все это происходило в условиях господства крепостничества.

В конце XVII в. возникло несколько металлургических и металлообрабатывающих предприятий, основанных как русскими, так и иностранными предпринимателями при поддержке правительства. Голландский купец А. Виниус в 1637 г. построил три крупных металлургических завода вблизи Тулы (с домной, вододействующими молотом и мехами). Затем голландские и датские купцы построили несколько подобных заводов в Каширском уезде и Заонежье. На этих заводах не только выплавляли металл, но и изготавливали пушки, ядра, проволоку, болты, цепи. Каждый завод имел по три отделения (фабрики): доменное, молотовое, сверлильное. Для приведения в движение мехов, молотов, сверлильных станков иногда применялись во-



доподъемные механизмы. В конце XVII в. в России действовало 10 заводов, выплавлялось до 150 тыс. пудов чугуна и 50 тыс. пудов железа.<sup>12</sup>

## 2. Реформы Петра I в области образования<sup>13</sup>

Эпоха коренных преобразований в инженерном деле связана с именем Петра I. При нем появились первые профессиональные учебные заведения.

До XVII в. инженеров в России было мало. В основном это были иностранцы либо мастера, самостоятельно освоившие инженерную деятельность.

Почти непрерывные войны, сопровождавшие царствование Петра Великого, сделали необходимым развитие как военного искусства вообще, так и инженерного в частности.

Первым шагом в распространении инженерных знаний среди русских было направление молодых дворян за границу в целях изучения там архитектуры, корабельного искусства и инженерного дела. Вторым шагом стало *возникновение профессионального образования*. Сразу по возвращении из своего первого путешествия по Европе Петр I учредил учебное заведение, получившее название Школы математических и навигацких наук (1708 г.). В число предметов, преподававшихся в школе, входили арифметика, геометрия, тригонометрия, а также их практическое применение в артиллерии, фортификации, геодезии, мореплавании.

Современные студенты часто жалуются на то, что им тяжело учиться. Однако учеба всегда была делом трудным. При Петре I ученики проходили все науки последовательно. Определенного времени для экзаменов, переводов, выпусков не было. Учеников переводили из одного отделения в другое, или, как тогда говорили, «из одной науки в другую», по мере выучки. Выпускали из школы после освоения всех дисциплин и

---

<sup>12</sup> Подробнее см.: История мировой экономики: учебник для вузов / под ред. Г.Б. Поляка, А.Н. Марковой. – М. : ЮНИТИ, 1999. – С. 275.

<sup>13</sup> Подробнее см.: Князьков С. Из прошлого русской земли. Время Петра Великого. – М. : Планета, 1991. – 712 с.

по требованию различных ведомств. Учение приравнивалось к службе, и ученики получали кормовые деньги (впрочем, весьма небольшие).

При поступлении в школу ученикам давались под роспись книги и учебные пособия, которые они по окончании курса обязывались вернуть в целости. В 1711 г. в навигацкой школе обучалось уже более 400 человек.

Петр I жестоко наказывал тех, кто противился его начинаниям. Тяжелые наказания и штрафы за провинности применялись и к учащимся. За большие проступки учеников били на школьном дворе плетью солдаты, состоявшие при школьной канцелярии; за прогульные дни, по указу 1707 г., с состоятельных учеников из дворян взимались отчаянно большие штрафы: за первый пропущенный день – 5 руб., за второй – 10 руб., за третий и все последующие – по 15 руб. На деньги начала XX в. это было в 12 раз больше. Деньги взыскивались строго. Несмотря ни на какие отговорки, у виновных брали их слуг-крепостных и били по ногам до тех пор, пока господин не найдет деньги, чтобы заплатить за свой прогул. Если у загулявшего ученика крепостных не оказывалось, то его самого наказывали прямо на школьном дворе. Били, пока родные не принесут денег или товарищи, которые побогаче, не сложатся и не внесут штраф. За побег из школы учащемуся навигацкой школы грозила смертная казнь, а родным, за одно только ходатайство у государя за отчисление их чада из учебного заведения – каторжная работа.

По окончании школы ученики направлялись на разные службы, в том числе и к «инженерству».

В Морской академии обучалось 300 человек. Стипендию студентам часто задерживали, здание академии ремонтировалось нерегулярно. Осенью 1717 г. комнаты верхнего этажа академии стояли без полов и без печей и 42 «гвардейца» не ходили учиться, т. к. стали «наги и босы». Дров купить тоже было не на что, и зубрить арифметические и астрономические премудрости плохо одетым морским гвардейцам приходилось, дрожа от холода. Распорядок дня был такой: осенью и зимой в 7 часов утра, а летом – в 6, били «зорю», и все ученики после завтрака соби-

рались в общий зал на молитву, а затем шли в классы и должны были, согласно инструкции, садиться по своим местам «со всяким почтением и всевозможною учтивостью, без всякой конфузии, не досаждая друг другу». В классе нельзя было шуметь. По приказанию самого царя в каждый класс был посажен особый дядька из старых солдат, с приказом «иметь хлыст в руке; и буде кто из учеников станет бесчинствовать, оным хлыстом бить, несмотря какой бы фамилии ученик ни был». Если будущие офицеры были уличены в беспорядках на улице, то они жестоко наказывались. Виновных били два дня нещадно батогами или, по молодости лет, вместо кнута, драли нещадно же кошками – так называлась короткая плетка, связанная из морских снастей; за значительные проступки гоняли сквозь строй, после чего оставляли «по-прежнему в учении».

Образованные люди, по мнению Петра I, должны были не только знать науки, но и быть воспитанными людьми. Поэтому он повелел перевести и напечатать особую книгу – руководство к приличному поведению «Юности честное зеркало».

### **Юности честное зеркало** (фрагмент)

1. В первых, наипаче всего должны дети отца и мать в великой чести содержать. И когда от родителей, что им приказано бывает, всегда шляпу в руках держать, а пред ними не вздевать, и возле их не садиться, не с ними в ряд, но немного уступя позади оных к стороне стоять, подобно яко паж или слуга. В доме ничего своим именем не повелевать но именем отца или матери, разве что у кого особливые слуги, для того, что обычайно челядинцы не двум господам, но токмо одному господину охотно служат. <...>

6. Когда родители или кто другой их спросят, то должны они к ним отозваться и отвечать тотчас, как голос услышат. И потом сказать: что изволите, государь батюшко или государыня матушка. Или что мне прикажете, государь; а не так, – что, чего, как ты говоришь, чего хочешь. И не дерзостно отвечать. <...>

13. Младой отрок должен быть трудолюбив, прилежен и беспокоен, подобно как в часах маятник.

18. Младый шляхтич, или дворянин, ежели в экзерциции (в обучении) совершен, а наипаче в языках, в конной езде, танцовании, в шпажной битве, и может добрый разговор учинить и в книгах научен, оный может прямым придворным человеком быть.

44. Отрок да служит с охотою и радением, ибо как кто служит, <...> по тому и счастье себе получает.

58. И сия есть немалая гнусность, когда кто сморкает, якобы в трубу трубит, или громко чихает и тем других людей или детей малых пугает.

59. Еще же зело непристойно, когда кто платком или перстом в носу чистит, а особливо при других честных людях.

В 1712 г. открывается первая, а в 1719 г. вторая инженерные школы, куда начали поступать дети из знатных русских фамилий (в них обучалось 100–150 человек). В числе первых слушателей были князь Мещерский, граф Гендриков, князь Вяземский и др. Московская и Петербургская школы находились в ведении немецких инженеров, преподавание велось, как правило, на немецком языке. Качество подготовки было низким.

И все же эти первые шаги инженерного образования принесли свои плоды: во-первых, повышался образовательный уровень людей военного звания, а во-вторых, постепенно складывался круг образованных инженеров русского происхождения. Вместе с тем надо иметь в виду, что гражданских инженеров в современном смысле слова при Петре I не было.

Кроме специализированной подготовки военных инженеров, Петр I в 1713 г. издал указ о том, что все офицеры в свободное время должны обучаться инженерству. Как следствие, число русских технических специалистов мало-помалу росло и привело впоследствии к образованию инженерного корпуса.

Таким образом, хотя и позднее, чем в Европе, примерно на 60 лет, в России сформировалась профессия военных инженеров.

В 1725 г. в Петербурге была открыта Академия наук. Пригласили преподавателей из Европы, но не хватало студентов; в результате пришлось самим преподавателям ходить друг к дру-

гу на лекции. Главная причина медленного развития образования – нежелание дворян отдавать детей учиться.

Гражданские инженерные специальности приобрели массовое явление только через 100 лет после окончания царствования Петра I. Это и не удивительно, так как до Петра I в России практически не было промышленности. К концу его правления в стране было всего около 250 мануфактур. Как отмечалось выше, работали на них крепостные крестьяне, имевшие крайне низкую квалификацию. Организацией процесса производства руководили мастера, объединявшие в своем лице и инженера, и квалифицированного рабочего, и ремесленника. Крепостная система не способствовала развитию промышленности и изобретательству. Различные технические новшества создавались отдельными изобретателями-самоучками.

### **3. Образование в России в XVIII – второй половине XIX в.**

Хотя промышленность в России из-за крепостного права развивалась медленно, ситуация стала несколько меняться в лучшую сторону при Екатерине II. За годы ее царствования количество фабрик и заводов увеличилось более чем вдвое. Как следствие, возрастала и потребность в инженерных кадрах. Но инженеров не хватало. Их число восполнялось за счет иностранных специалистов; инженерные функции вынуждены были брать на себя фабриканты; контроль за наличием формальных удостоверений квалификации специалистов был достаточно слабым. Инженерные должности часто занимали практики.

Большую роль в подготовке гражданских инженеров сыграл открытый в 1773 г. Горный институт. Помимо общеобразовательных и технических специальных знаний институт давал хорошую светскую подготовку: воспитанники обучались музыке, танцам, фехтованию. Обучение было военизированным, дисциплина – строжайшей. Учебный год начинался в июле и прерывался двумя каникулами: 18 декабря – 6 января и 10 июня – 1 июля.

Позитивные изменения в высшем инженерном образовании можно отнести к 1830-м гг. Это было связано, в первую очередь, с началом промышленного переворота, т. е. заменой ручного труда машинным. Строительство новых фабрик и заводов и переоснащение машинной техникой старых требовало профессиональных знаний. Кроме того, с середины XIX в. в России стало строиться много железных дорог, создание и эксплуатация которых также требовали профессиональной инженерной подготовки. К этому времени наконец-то был подготовлен русский преподавательский корпус. С этого же времени стали формироваться такие черты высшего отечественного образования, как глубокая фундаментальная подготовка по математике, инженерным специальностям и иностранным языкам (обучались нескольким языкам).

За образец инженерного вуза правительством был взят Институт инженеров путей сообщения, открытый в 1809 г. Здесь на высоком уровне шла подготовка специалистов. Одной из причин того, что студенты имели глубокие знания, было то, что многие преподаватели вуза активно занимались научно-исследовательской работой и привлекали к своим изысканиям студентов. Так, один из талантливых выпускников этого вуза, инженер *Журавский* (1821–1891), был первым, кто предложил метод расчета напряжений, возникающих в элементах мостов от подвижной нагрузки. Он также уточнил теорию изгиба балок. Его метод определения касательных напряжений в балках теперь является общепризнанным и представлен во всех учебниках по сопротивлению материалов.

Инженеры и преподаватели этого вуза строили многие мосты через Неву. Следовательно, обучение сопротивлению материалов и строительной механике в России в середине XIX в. осуществлялось на высоком уровне. Широкая инженерная подготовка позволяла выпускникам браться за решение сложных инженерных задач.

В 1828 г. был открыт Технологический институт в Санкт-Петербурге, в 1868 г. – Московское техническое училище (МТУ). МТУ было одним из первых в мире, где началось преподавание аэродинамики и где студенты выполняли работы в

аэродинамической лаборатории. Изучались сложные теоретические курсы, которых не было в технических учебных заведениях других стран. Российские вузы были хорошо обеспечены учебной литературой (русской и переводной). Специфика российской инженерной школы состояла в том, что по заданию промышленности и государства профессора выполняли научные разработки. Например, по заданию правительства в Институте путей сообщения проводились испытания новых локомотивов и исследование контактных напряжений в рельсовом пути.

Обучение во всех инженерных вузах продолжалось 5 лет. На учебу принимались после вступительных экзаменов. Конкурсы были большие: в конце XIX в. – в среднем 4,4 чел. на место<sup>14</sup>.

Успеваемость студентов напрямую была связана с их будущей карьерой. Так, например, выпускники Петербургского технологического института, специалисты-механики и химики, окончившие полный курс с удовлетворительными оценками, получали звание технолога 2-го разряда и выходили из податного состояния; окончившие «с успехом» – технолога 1-го разряда и звание почетного личного гражданина. К концу XIX в. выпускники технологического института добились права поступать на гражданскую службу, т. е. получать чины не более 10 класса в зависимости от успеваемости.

Престиж преподавателя вуза был высок. Многие из профессоров были известными учеными. Так, профессор Санкт-Петербургского технологического института Н.П. Петровым были заложены основы гидродинамической теории трения, впервые объяснившей действие смазки в подшипнике.

Атмосфера студенческой жизни в 1830–1840-е гг. была очень здоровой. Значительная часть студентов хотела получить знания, чтобы лучше служить России. Поэтому много занимались самостоятельно, возникали студенческие кружки и общества, шли постоянные споры. Студенты много внимания уделяли занятиям. «Недельная нагрузка составляла от 18 часов

---

<sup>14</sup> Крыштановская О.В. Инженеры : становление и развитие профессиональной группы. – С. 79.

на первом курсе юридического факультета до 45 часов на 5 курсе медицинского. Лекции читались с 9 до 14 часов в больших аудиториях, где собиралось по 200 и более человек. Как только аудитория открывалась, в нее врывались студенты, чтобы захватить место поближе к кафедре. Некоторые оставляли на занятом месте фуражку, и тогда оно было неприкосновенно, оставленную же тетрадку могли смахнуть. Большинство профессоров читало самостоятельные курсы, их приходилось записывать дословно, ибо литографированных лекций еще не было»<sup>15</sup>.

Студенты делились на своекошных (учились за деньги) и казеннокошных (учились бесплатно). Последние по окончании вуза должны были несколько лет провести на государственной службе. Более того, в год на их содержание выделялось 200 руб. Сначала выдавали деньги, а потом стали кормить. Кормили хорошо (герой фильма «Женитьба Бальзамина», коллежский асессор Бальзаминов, в год получал 100 руб.). Студенты-отличники, кроме стипендии, дополнительно получали 500 руб. в год. (Для сравнения: учитель гимназии получал в месяц 250 руб. Корова стоила около 50 руб. Обед в ресторане с вином – около 7 руб.)<sup>16</sup>.

Распорядок дня у казеннокошных студентов МГУ, проживавших в студенческом общежитии, был следующим: подъем в 7 утра, в 8 – чай с булками, в 14.30 – обед, после которого до ужина (20 ч) студенты занимались у себя в комнатах, в 23 ч – отбой.

«Самым замечательным днем жизни студентов Московского государственного университета было 12 января – Татьянин день. Толпы студентов ходили в этот день по Москве до поздней ночи, ездили, обнявшись, втроем, вчетвером на одном извозчике, горлая песни. И полиция в этот день студентов не арестовывала. 12 января утром проходил торжественный акт в университете, после чего студенты выливались на Б. Никитскую и толпами, распевая «Gaudeamus», двигались к Никитским воротам и Тверскому бульвару в излюбленные свои

---

<sup>15</sup> Аврус А.И. Указ. соч. – С. 37.

<sup>16</sup> Из лекции доцента ИвГУ Н.Г. Ремизовой (2001 г.).



пивные. Зарядившись в пивных, уже с пением «Дубинушки» студенты спускались на Трубную площадь и направлялись в роскошный «Эрмитаж», хозяин которого, француз Оливье, отдавал свой ресторан для студенческой гулянки. Из ресторана предварительно уносилась дорогая мебель, ставились простые деревянные стулья и табуретки, пол посыпался опилками, в буфете оставляли только холодные кушанья, водку, пиво, дешевое вино. Студенты шумно праздновали Татьянин день, произносились смелые речи. Непрерывно звучали тосты, дым стоял коромыслом. Приходили любимые профессора, восторженно встречаемые студенческой толпой. Все это длилось до позднего вечера»<sup>17</sup>.

*Положение инженера в обществе.* В середине XIX в. в России было 6 инженерно-технических институтов, а развивающаяся промышленность остро нуждалась в инженерных кадрах. Их дефицит приводил к жесткой регламентации их распределения и использования по окончании высших учебных заведений. Так, если выпускники университетов принимались на гражданскую службу свободно, то выпускники горного института обязывались отработать по специальности 10 лет, было запрещено перемещать таких специалистов в другое ведомство. Кроме диплома вуза, подтверждающего профессиональную компетентность, инженеры получали патенты на гражданский чин, если они служили, или ученые степени (студент, кандидат, магистр, доктор). Законом 1857 г. закрепление выпускников вузов за полученной специальностью распространялось и на другие инженерные институты. Только по прошествии определенного (для разных вузов – разного) числа лет инженеры получали аттестат. Лица, не имеющие аттестатов, допускались к замещению низших должностей по горному делу (чертежников, урядников и др.) только в том случае, если выдержат специальный экзамен при Институте корпуса горных инженеров.

«Материальное положение инженеров было хорошим. Управляющий рудником или заводом получал жалование в 20 тыс. руб. в год и, кроме того, имел казенную квартиру. Зар-

---

<sup>17</sup> Аврус А.И. Указ. соч. – С. 53.

плата инженера такого ранга превышала зарплату рабочего в 100 раз. Однако управляющие составляли высший эшелон инженерного корпуса, основная же масса специалистов имела доходы более скромные. В столицах технический специалист зарабатывал от 175 до 350 руб. в месяц (т. е. от 2,1 тыс. до 4,2 тыс. руб. в год)<sup>18</sup>.

Герой романа Н.Г. Гарина-Михайловского «Инженеры» в первый же год своей работы после окончания института зарабатывал 200–300 руб. в месяц, т. е. примерно в 10 раз больше рабочего. Низшие инженерные должности (например, мастер) оплачивались в 2–2,5 раза больше рабочего.

Итак, материальное положение инженеров в XIX в. было таким, что приближало их по уровню доходов к наиболее обеспеченным слоям общества. Чтобы подчеркнуть свою исключительность и принадлежность к престижной профессии, инженеры носили униформу, которая отчетливо указывала на военное происхождение профессии. Общие черты профессиональной одежды – фуражка и мундир.

Престиж инженера в обществе постоянно рос. Это было вызвано целым рядом причин: во-первых, профессия заводского инженера была новой и достаточно редкой (всего 12 тыс. чел. на всю Россию), т. е. профессия инженера в то время была столь же уникальна, как космонавта – сейчас. Во-вторых, в связи с развитием производства профессия инженера была дефицитной. В-третьих, уровень образования инженеров в многомиллионной массе безграмотного населения России был очень высоким. Дипломированные инженеры относились к интеллектуальной элите общества. Такому положению способствовал характер технического образования в XIX в., которое отличалось универсализмом и отличной общеобразовательной подготовкой. В сознании людей это были интеллигенты, причем интеллигенты высшей пробы. В-четвертых, доходы инженеров ставили их порой на один уровень с властью имущими, и, следовательно, престиж профессии рос.

---

<sup>18</sup> Крыштановская О.В. Указ. соч. – С. 85.

Все это породило образ инженера как богатого, много знающего человека, от которого зависело, будут или не будут работать машина, завод, вся индустрия.

#### **4. Русские инженеры и изобретатели<sup>19</sup>**

Как упоминалось выше, гражданских инженеров в России вплоть до середины XVIII в. было очень мало, а деятельность немногочисленных специалистов правительством страны недооценивалась. Между тем в России были талантливые изобретатели и инженеры.

*Андрей Константинович Нартов* (1693–1756) – один из замечательных русских механиков и изобретателей XVIII в., родился 28 марта (7 апреля) 1693 г. С 16 лет работал токарем в мастерской Московской школы математико-навигационных наук, помещавшейся в Сухаревской башне.

В 1712 г. Петр I вызвал Нартова в Петербург, где определил его в собственную «токарную» и затем не расставался с ним до самой своей смерти.

В начале 1718 г. Нартов сделал «оригинальную инвенцию» – уникальный, единственный в то время станок с суппортом для вытачивания сложнейших рисунков («роз») на выпуклых поверхностях.

До изобретения Нартова при работе на станке резец зажимали в специальную поддержку, которая передвигалась вручную, или еще проще – резец держали в руке. Так было во всей Европе. И качество изделия целиком зависело от руки, силы и умения мастера. Нартов изобрел механизированный суппорт (от позднелатинского *supporto* – поддерживаю), принцип действия которого не изменился и до сегодняшнего дня.

«Педесталец» – так назвал свой механизированный резцедержатель Нартов – суппорт перемещался при помощи винтовой пары, то есть винта, вкручивающегося в гайку. Теперь резец держала уверенная «железная рука».

---

<sup>19</sup> Подробнее см.: Ковалев В.И., Схиртладзе А.Г., Борискин В.П. История техники. Старый Оскол, 2006. – С. 288–301.

Создание суппорта являлось, по существу, тем достижением технической мысли, которое было необходимо для того, чтобы перейти от ремесла и мануфактуры к крупной машинной промышленности.

Андрей Нартов создал разнообразные станки с суппортами, не просто заменяющими человеческую руку, а позволяющими автоматически выполнять сложные и тонкие операции по обработке металла, которые далеко превосходят все то, что может быть выполнено резцом, находящимся непосредственно в руках рабочего.

В 1720-х гг. Нартов уже начал создавать замечательные машины для изготовления металлических деталей других машин. Так, в 1721 г. он построил станок для нарезания зубьев колес.

На своих станках Андрей Константинович создавал красивые вазы, бокалы, светильники, настенные и настольные украшения, модные в то время. Незначительная часть их сохранилась в Эрмитаже, но большинство произведений токарно-прикладного искусства, созданных А.К. Нартовым, утрачено.

Были в России и другие талантливые инженеры-самоучки, создавшие и воплотившие в жизнь выдающиеся инженерные проекты. Одним из таких самородков был *Иван Иванович Ползунов* (1728–1766).

И.И. Ползунов родился в 1728 г. на Урале, на берегах Исети в Екатеринбурге. Документы сообщают, что отец Ползунова, солдат Екатеринбургской роты, был родом из крестьян.

Ему принадлежит заслуга создания в Змеиногорске в 1754 г. одной из первых, если не первой в России, установки, в которой вода, приводящая в движение колеса, подается по особому каналу на большое расстояние от плотины.

В апреле 1763 г. И.И. Ползунов подал начальнику Колывано-Воскресенских заводов Порошину предложение о постройке изобретенной им «огнедействующей» машины для заводских нужд. Проект машины был основан на достижениях науки и техники того времени. Особенно помогли ему труды М.В. Ломоносова, использованные для обоснования проекта

машины. Не ограничиваясь теоретическим изучением, И.И. Ползунов провел много опытов, исследовал воду и пар, взвешивал воздух, отлично разобрался в тепловых вопросах.

По принципу действия «огнедействующая» машина И.И. Ползунова относилась к особому типу паровых машин – к так называемым пароатмосферным машинам. Устанавливая два цилиндра, он обеспечил возможность удобного получения в такой машине непрерывно развиваемой полезной работы.

Так был изобретен первый тепловой двигатель для заводских нужд, который легко можно было приспособить для привода разнообразных машин. Этот двигатель можно было сооружать в любом месте, и притом такой мощности, какая была необходима.

За 21 год до англичанина Уатта, признанного всеми изобретателем первого двигателя, русский теплотехник Иван Ползунов в 1763 г. изобрел «огнедействующую» машину как новый двигатель для всеобщего применения в производстве.

И.И. Ползунов не только изобрел паровую машину, но и построил ее, не имея ни грамотных помощников, ни опытных рабочих, ни необходимого инструмента. Все приходилось делать самому. При этом для создания деталей машины Ползунов создал специальные станки. Поэтому его считают первооткрывателем не только в области теплотехники, но и в машиностроении.

Машина Ползунова была пущена 7 августа 1766 г. Эту дату можно считать датой пуска первой в истории паровой машины для заводских нужд. Но И.И. Ползунова к этому времени уже не было в живых. Он надорвался от непосильного труда, заболел и умер.

За короткий срок машина И.И. Ползунова полностью оправдала себя, вернула все издержки и даже принесла огромную прибыль. Однако в феодальной крепостнической России не было экономической базы для внедрения паровых двигателей. После героического труда Ползунова строительство паровых машин не велось более чем полстолетия, а паровая машина И.И. Ползунова после порчи котла долго стояла в бездействии,

после чего ее уничтожили. Все дело Ползунова было предано забвению.

*Козьма Дмитриевич Фролов* (1728–1800), сын рабочего, известен как замечательный гидротехник, строитель гидротехнических сооружений, по уровню конструкторских решений намного опередивших свое время. После окончания горнозаводской школы он работал на рудниках, где добывали золото. Фролов соорудил целую систему механизмов, необходимых для его добычи. Все перемещения в пределах предприятия осуществлялись либо самотеком, либо при помощи вагонеток, разъезжающих по рельсовым путям. Весь этот внутризаводской рельсовый транспорт приводился в действие при помощи водяного колеса, сооруженного Фроловым. Ни русская, ни мировая практика того времени не знала еще подобных механизмов. Устроив в 1763–1765 гг. систему машин, приводимых в действие центральным мотором, он создал невиданную по тем временам технику. Механизировав технологические операции по переработке продуктов и создав внутризаводской транспорт, К.Д. Фролов организовал, в сущности, завод-автомат. Там же, на Змеиногорском руднике на Урале, действовала и его гидросиловая система для откачки вод. Установка Фролова работала долгое время, но потом, как и машина Ползунова, была забыта.

Еще одним талантливым механиком и изобретателем был *Иван Петрович Кулибин* (1735–1818). Кулибин родился в семье купца. Он самостоятельно изучил механику и открыл часовую мастерскую. В 1764–1769 гг. он изготовил часы в форме яйца («яишной фигуры»), в которых помимо циферблата были створки, каждый час открывавшие крохотную сцену, где разыгрывалось театральное действие «Воскресение Христа». Затем Екатериной II он был приглашен в Петербург и стал служить механиком и руководителем мастерских в Академии наук. Он спроектировал три варианта деревянного одноарочного моста с длиной пролета 298 м (вместо 50–60) через Неву, сконструировал фонарь с зеркальным отражением (первый опыт прожектора), спроектировал «подъемное кресло» (лифт), оптический телеграф, протезы («механические ноги») и др. Практически все его изобретения в России были забыты, но вызывали интерес за

границей. Протезами Кулибина заинтересовался Наполеон, они были воспроизведены во Франции, и там было налажено их массовое использование.

*Ефим Алексеевич* (1774–1842) и *Мирон Ефимович* (1803–1849) *Черепановы*. Отец и сын Черепановы были строителями первой в России железной дороги с паровой тягой, творцами первых русских паровозов и строителями паровых машин для рудников и заводов. Черепановы изобрели и построили много металлообрабатывающих станков и других машин.

Черепановы были крепостными известных промышленников Демидовых. Ефим Алексеевич Черепанов получил вольную лишь в 1833 г., когда ему было около 59 лет. Мирон получил официальное освобождение от крепостной зависимости в 1836 г. Тем не менее Главная заводская контора Демидовых предписала принять особые меры, чтобы Черепановы, получив вольные, не могли никуда уйти. С этой целью заводская контора взяла у Черепановых особое «обязательство на службу господам-доверителям», т. е. Демидовым, доверившим конторе управление Нижнетагильскими заводами.

Странствуя по Западной Европе, Н.Н. Демидов обратил внимание на то, какое значение для заводов имеют паровые машины. Он приобрел небольшую по мощности машину, а наладил ее плотинный мастер Ефим Черепанов, израсходовав на строительство «кошт самой незначущий». Машина была небольшая: «силою против четырех лошадей». Она приводила в действие мельницу, перерабатывавшую в сутки до 90 пудов зерна.

Позднее Черепановым, отцу и сыну, удалось побывать в Петербурге и за границей, в Швеции. Здесь они могли познакомиться с передовой техникой того времени.

По возвращении в Нижний Тагил Черепановы приступили к сооружению паровой машины для Медного рудника.

Сначала они соорудили тридцатисильную паровую машину, а вслед за ней вторую и третью паровые машины, еще более совершенные и мощные. Мирон Ефимович побывал в Англии, где он изучал «выделку полосного железа посредством катальных валов, томление и плавку стали на тамошний манер». По-

знакомился он в Англии и с устройством различных паровых машин, осматривал пароходы и паровозы.

Механическое заведение Черепановых обслуживало всю нижнетагильскую группу демидовских заводов. Им приходилось разрабатывать проекты, строить и устанавливать разнообразные воздухоудные установки, кричные молоты, прокатные станы, лесопильные мельницы и многие другие механические установки. Черепановы обязаны были наблюдать за состоянием заводских и других плотин. Кроме того, они соорудили паровые машины для заводских нужд. Строили они паровые машины, критически учитывая русский и зарубежный опыт, постоянно стремясь к улучшению создаваемых ими машин.

Черепановы не только создали много различных машин для заводов и приисков, но, что еще более важно, соорудили замечательные станки: токарные, винторезные, строгальные, сверлильные. Ими были разработаны проекты и построены машины для производства гвоздей, штамповальные установки и многое иное.

Первый паровоз в России, созданный Черепановыми, был пущен в августе 1834 г. Паровоз (современники называли его пароходом) Черепановых ходил по «колесопроводам» (рельсам), имевшим общее протяжение около 800 м. Он перевозил около 3,5 тонн груза со скоростью до 15 км/ч.

Успешно соорудив свой первый паровоз, Черепановы немедленно приступили к постройке второго, более мощного. Уже к марту 1835 г. второй паровоз Черепановых, значительно большей мощности, чем первый, был построен. Он мог перевозить до 17 тонн.

Однако изобретения Черепановых не получили ни заслуженной популярности, ни должного развития. Только в 1902 г. появилось в «Горном журнале» одно краткое сообщение о паровозе Черепановых, а потом о нем забыли надолго и основательно.

Кроме «именитых» мастеров-самоучек в России было много талантливых мастеров, осуществлявших на практике инженерную деятельность, имен которых мы не знаем. Но, в це-



лом, до XVIII в. российский инженер был «штучным» явлением.

## Выводы

1. В Киевской Руси были талантливые инженеры-самоучки. С XVI в. их стали называть термином «розмысл».

2. Специальная инженерная подготовка началась в России только в начале XVIII в. при Петре I. Долгое время инженерные должности занимали иностранные специалисты или мастера, самостоятельно осваивавшие инженерные науки.

3. Характерной особенностью развития российской науки была подвижническая деятельность талантливых ученых, инженеров, изобретателей, сумевших сделать передовые для своего времени открытия. Однако многие изобретения (например, Ползунова, Кулибина) не были поддержаны на государственном уровне и после смерти изобретателей преданы забвению.

4. К началу XIX в. в России начала складываться система высшего инженерного образования. Характерными чертами высшей инженерно-технической школы были: глубокая фундаментальная подготовка, наличие в институтах хорошей лабораторной базы, активное участие преподавателей вузов в научно-исследовательской деятельности и привлечение студентов к решению научно-практических задач.

5. Профессия инженера в XIX в. была «штучной». В конце XIX в. в стране было только 6 инженерных институтов, выпускавших около 6 тыс. специалистов. В российском обществе в это время труд инженера был престижным и высокооплачиваемым. В результате конкурс в технические вузы был очень высоким, подготовка абитуриентов хорошей, что создавало условия для высокого качества обучения.

## Список литературы

1. **Аврус, А.И.** История российских университетов. Курс лекций: учебное пособие / А.И. Аврус. – Саратов : Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 1998. – 128 с.

2. **Будник, Г.А.** Проблемы становления отечественной интеллигенции в высшей школе : исторический аспект / Г.А. Будник // Вестн. ИГЭУ. – 2001. – № 2. – С. 57–66.
3. **Князьков, С.** Из прошлого русской земли. Время Петра Великого / С. Князьков. – М. : Планета, 1991. – 712 с.
4. **Кравченко, А.Ф.** История науки и техники. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2005. – 435 с.
5. **Крыштановская, О.В.** Инженеры: становление и развитие профессиональной группы / О.В. Крыштановская. – М. : Наука, 1989. – 144 с.
6. **Тимошенко, С.П.** Инженерное образование в России / С.П. Тимошенко. – Люберцы : Производственно-издательский комбинат ВИНТИ, 1997. – 81 с.
7. **Хронос.** Биографии И.П. Кулибина, И.И. Ползунова и др. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.hronos.km.ru](http://www.hronos.km.ru)

## ЛЕКЦИЯ 4

### Наука и техника в период промышленного переворота (XVIII – первая половина XIX в.)

#### План

1. Промышленный переворот, его причины и техническое содержание.
2. Развитие электротехники.

#### 1. Промышленный переворот, его причины и техническое содержание

Главным событием в науке и технике XVIII в. является промышленный переворот, т. е. замена ручного ремесленного и мануфактурного производства машинным фабрично-заводским производством.

Родиной промышленного переворота является Англия; здесь раньше, чем в других странах (за исключением Голландии), в середине XVII в., произошла буржуазная революция. Она устранила препятствия для развития капитализма. Среди факторов, стимулировавших развитие промышленного производства, науки и техники можно назвать следующие.

В XVIII в. мануфактурная система стала себя изживать. Ручной труд не отвечал потребностям производства и запросам потребителей. Требовалась новая техническая база, соответствующая капиталистическому производству.

Выдвигались новые требования к подготовке кадров. Промышленность нуждалась в инженерах и техниках, которых стали готовить в университетах Глазго, Эдинбурга, Королевском институте в Лондоне, а также в реальных средних школах в промышленных центрах Англии.

Правительство Великобритании понимало, что обойти конкурентов можно лишь создав современное фабричное производство и наладив выпуск качественной и недорогой продукции. Англии удалось, в первую очередь за счет ограбления колоний, накопить достаточное количество свободного капитала, и в результате в стране не только создаются условия для

развития промышленности и торговли, но и субсидируются научные исследования, поощряется практическое внедрение в производство технических изобретений и усовершенствований.

В Англии промышленный переворот охватил вторую половину XVIII – первую четверть XIX в. и имел несколько направлений.

***Первый этап промышленного переворота.***<sup>20</sup> Вначале усовершенствования и изобретения затронули ткачество. В 1730-е гг. механик Дж. Кей создал «летающий челнок», вдвое повысивший производительность труда. Этот станок приводился в действие ткачом при помощи шнура и блока. В 1780-х – начале 1790-х гг. Э. Картрайтом было создано несколько моделей механического ткацкого станка. Его применение позволило в 40 раз превзойти производительность ручного станка.

Параллельно шло совершенствование прядения. В 1765 г. ткач и плотник Дж. Харгривс создал вертикальную прялку «Дженни», названную в честь дочери. Это была своеобразная комбинация самопрядки и вытяжного пресса, освобождавшего руку рабочего для одновременной работы сначала на 8, 16, а затем 80 и более веретен. Она давала хотя и тонкую, но непрочную нить. Ватерная машина Т. Хайнса (1767), приводимая в движение водой, давала прочную, но толстую нить. Мюль-машина С. Кромптона (1779) обладала преимуществами первых двух машин, но имела уже 400 веретен и пряла тонкую и прочную нить.

Химик К. Бертолле (1785) применил хлор при отбеливании полотна, Т. Белл предложил окраску тканей с помощью вращающегося валика с вырезанным на нем рисунком.

Неуклонный рост производства машин выявил очередное направление промышленного переворота – усовершенствование металлургического процесса. Так, инженер А. Дерби для получения высококачественного чугуна стал добавлять во время плавления к железной руде вместо древесного каменный уголь и погашенную известь (1735). Г. Корт получил патент на преоб-

---

<sup>20</sup> Подробнее см.: История мировой экономики: учебник для вузов / под ред. Г.Б. Поляковой, А.Н. Марковой. М. : Юнити, 1999. – С. 318–335.

разование чугуна в малоуглеродное тестообразное железо – пудлингование (1784).

Складывалась своеобразная тесная цепочка взаимного стимулирования производственного развития страны. Спрос на каменный уголь ускорил развитие угольной промышленности – выплавка чугуна и добыча каменного угля возросли в четыре раза. Этим, в свою очередь, подталкивалось транспортное строительство, в том числе водное, значительно сокращались расходы на транспорт. Между тем широкая транспортная сеть способствовала росту внутренней торговли, что вело к накоплению капитала и стимулировало дальнейшее расширение производства.

**Второй этап промышленного переворота.** Третьим направлением промышленного переворота стало развитие машинной индустрии и существенный рост промышленного производства. Это привело к созданию универсального двигателя, который в начальный период промышленного переворота имел следующие черты: «универсальный двигатель должен был отдавать работу в форме одновременного, непрерывного и равномерного вращательного движения»<sup>21</sup>.

Потребность в такого рода двигателе была необычайно острой, поэтому его разработкой занимались инженеры и изобретатели во многих странах.

Процесс его создания имеет длительную историю. Наибольший вклад в его изобретение внесли Гюйгенс, Папен, Вустер, Севери, Ньюкамен, Ползунов, Уатт.

*Дени Папен* (1647–1714) был человеком необычной судьбы<sup>22</sup>. Он родился во Франции в семье врача и сам стал врачом, получив прекрасное медицинское образование. Отец его мечтал о блестящей карьере сына, надеясь, что со временем тот займет должность королевского лекаря. Но этому не суждено было случиться. Встретившись в Парижской академии наук со знаменитым голландским ученым *Христианом Гюйгенсом* (1629–1693), молодой Папен, еще и раньше увлекавшийся различными техническими идеями, окончательно порывает с медициной. Он

<sup>21</sup> Белькинд Л.Д. [и др.]. История энергетической техники. – М. ; Л., 1960. – С. 148.

<sup>22</sup> Подробнее см.: Ефимов А.В. Сильнее Геркулеса. – М., 1976. – С. 30–36.

решает посвятить себя интереснейшей и важнейшей по тому времени области техники – изучению тепла и созданию тепловой машины. Под руководством Гюйгенса он начинает производить первые опыты, в которых использовался порох. Папен построил цилиндр, по которому вверх и вниз мог свободно перемещаться поршень, связанный тросом, перекинутым через блок, с грузом, который тоже вслед за поршнем мог подниматься и опускаться. По мысли изобретателя, поршень можно было связать с какой-либо машиной, например водяным насосом, и тогда насос смог бы качать воду. В нижнюю, откидывающуюся часть цилиндра насыпался порох, который затем поджигался. Образовавшиеся газы, стремясь расшириться, толкали поршень вверх. После этого цилиндр с наружной стороны начинали охлаждать холодной водой. Газы в цилиндре также охлаждались, и давление их на поршень уменьшалось. Поршень под силой собственного веса и наружного атмосферного давления опускался вниз, поднимая при этом груз. Двигатель совершал полезную работу, но для практических целей он не годился. Немыслимо было каждый раз насыпать в цилиндр порох, поджигать его, затем пускать воду, и так до бесконечности, пока двигатель работает. Кроме того, применение взрыва для поднятия поршня было далеко не безопасно.

Папен приходит к мысли, что для этой цели нужно использовать пар. Однако начатые работы приходится прервать. Папену, подвергшемуся религиозным преследованиям, необходимо было покинуть Францию. Он переезжает в Англию, где начинает серьезно заниматься изучением пара, и строит свой котел. Дальше судьба забрасывает его в Венецию, затем опять в Лондон и, наконец, в Германию. Здесь, в Марбургском университете, продолжается его работа над тепловым двигателем. В новом двигателе Папен вместо пороха использовал воду. Вода наливалась под поршень, и цилиндр снизу начинали разогревать. Образующийся пар поднимал поршень. Затем цилиндр охлаждали, и весь находящийся в нем пар конденсировался – превращался снова в воду. Поршень, как и в случае порохового двигателя, под действием своего веса и атмосферного давления опускался вниз. Этот двигатель работал лучше, чем пороховой.

Но для практической работы он был также малопригодным: нужно было подводить и отводить огонь, подавать охлаждающую воду, ждать, когда пар сконденсируется, закрывать воду... Были еще хлопоты с отводом воздуха, остановкой поршня в крайних положениях. Эти недостатки были главным образом связаны с тем, что приготовление пара, необходимого для работы двигателя, происходило в самом цилиндре. А что, если в цилиндр впускать уже готовый пар, приготовленный, например, в отдельном котле? Тогда достаточно было бы попеременно пускать в цилиндр то пар, то охлаждающую воду, и двигатель работал бы с большей скоростью и с меньшим потреблением топлива.

Увы, Дени Папен этого не сделал, забыв свое же собственное изобретение – паровой котел.

Применив впоследствии отдельный котел, Папен все же построил паровой двигатель, который он установил на небольшом судне. Говорят, что на этом пароходе он предпринял путешествие в Англию. Папен проплыл по реке Фульде несколько десятков миль. Люди сбегались со всех сторон, чтобы посмотреть на невиданное до сих пор «чудище», которое, пыхтя и извергая клубы дыма, само, без парусов и гребцов, двигалось по реке. У одного селения его встретили владельцы парусных судов и разломали в щепки. Они боялись, что появление пароходов разорит их.

Папен хотел создать универсальный двигатель, который мог бы работать и на заводах, и на шахтах, и на судах. Но, что самое главное, он положил начало появлению сразу двух видов тепловых двигателей: парового двигателя, или паровой машины, как ее называли, и двигателя внутреннего сгорания, без которого ни один современный автомобиль не смог бы сдвинуться с места. Ведь именно цилиндр, в котором пар двигал поршень, стал главной частью паровых машин, а принцип сгорания топлива внутри цилиндра, положенный в основу работы всех двигателей внутреннего сгорания (потому так и называемых), был применен Папеном в его пороховом двигателе. Паровая машина, работающая по принципу, предложенному Папеном, называется пароатмосферной машиной. В ней подъем поршня вверх

производит пар, а ход поршня вниз происходит за счет атмосферного давления (на каждый квадратный сантиметр площади поршня давит столб атмосферы весом в один килограмм). Между двумя рабочими ходами поршня имеется довольно длительная пауза. Такой двигатель работает прерывисто.

Дени Папен умер в Англии, в 1714 г., в глубокой нищете, забытый всеми. Никто не знает, где он похоронен.

Только много лет спустя в его родном городе во Франции благодарные соотечественники поставили ему памятник: изобретатель стоит в глубоком раздумье, заложив руку за борт камзола; другая рука его опирается на созданный им цилиндр.

Новый тип парового двигателя в 1698 г. запатентовал *Томас Севери* (1650–1715). Этот двигатель во многом отличается от двигателя Папена. В нем не было цилиндра с поршнем, который бы при своем перемещении приводил что-то в движение. Правильнее было бы называть машину Севери паровым насосом. Интересным в нем было то, что именно в этом насосе пар, необходимый для его работы, приготавливался в отдельном котле.

Работал насос следующим образом. В котле, который непрерывно топили, вырабатывался пар. Котел соединялся трубой с насосным резервуаром. Открывая кран на этой трубе, можно было впускать пар в насосный резервуар. От резервуара отходили еще две трубы: одна – всасывающая – опускалась в шахту, другая – нагнетательная – проходила к сточному желобу.

Когда в резервуар впускали пар, он начинал выталкивать имеющуюся в нем воду по нагнетательной трубе в сточный желоб. Затем подачу пара прекращали и по специальной трубке впускали в резервуар холодную воду. Пар конденсировался – превращался в воду, которая занимала небольшой объем, и в резервуаре образовывалась «пустота», или «разрежение». Вода из шахты, вытесняемая атмосферным давлением, устремлялась по всасывающей трубе в «пустой» резервуар. На всасывающей и нагнетательной трубах были установлены клапаны – устройства, которые пропускали воду только из шахты в резервуар и



из резервуара в сточный желоб; в обратном направлении они воду не пропускали.

Это был уже вполне пригодный для практических нужд паровой насос. Применяли его для откачки воды из неглубоких шахт и рудников. Насос Севери был первой появившейся в России машиной, которая использовала для своей работы пар. По указанию Петра I такой насос был установлен в Петербурге в Летнем саду. Он наполнял водой напорный бак, из которого она поступала к фонтанам. Однако этот двигатель имел много недостатков.

Следующим этапом работы над паровым двигателем была деятельность английского кузнеца *Томаса Ньюкомена* (1663–1729). Вместе со своим помощником Коули на одной из шахт Варвикшира он построил паровую машину, также приспособленную для откачивания воды из шахты. В этой машине Ньюкомен очень умело использует многое из того, что было придумано до него. Он берет цилиндр с поршнем Папена, но пар для подъема поршня получает в отдельном котле, как это сделал Севери в своем паровом насосе.

Когда поршень в цилиндре находился в нижнем положении, открывали кран, и поступавший в цилиндр пар начинал поднимать поршень вверх. Поршень через цепь и качающийся рычаг (балансир, как его называют) был связан со штангой водяного насоса, которая при ходе поршня вверх опускалась вниз. Когда поршень доходил до верхнего положения, перекрывали кран, впускающий пар, и открывали другой кран, через который в цилиндр впрыскивалась холодная вода. Пар конденсировался, и поршень под действием атмосферного давления опускался вниз. Штанга водяного насоса при этом шла вверх, и насос откачивал очередную порцию воды. Далее все повторялось сначала.

По принципу действия это была пароатмосферная машина, в которой поршень поднимался вверх силой пара и опускался вниз силой атмосферного давления. И, конечно, она не была еще универсальным двигателем, потому что не могла приводить в действие рабочие машины и механизмы, которые требовали для своей работы непрерывного движения.

Машина Ньюкомена, как и построенные до нее машины, работала прерывисто – между двумя рабочими ходами поршня была пауза, – и она была пригодна только для механизмов прерывного действия. Но Ньюкомен и не стремился создать универсальный двигатель. Он хотел сделать насос, которым можно было бы откачивать воду из глубоких шахт и который работал бы лучше насоса Севери. Это ему удалось.

Как же выглядела эта машина? Высотой она была с четырех- пятиэтажный дом. От своих предшественниц она унаследовала огромную «прожорливость»: пятьдесят лошадей еле-еле успевали подвозить ей топливо. Обслуживало машину в одну смену не менее двух человек. Один кочегар непрерывно подбрасывал топливо в котел, а второй управлял кранами, выпускающими пар и холодную воду в цилиндр. Это была очень тяжелая и изнурительная работа.

Шли годы, и машина Ньюкомена усовершенствовалась. Промышленный переворот привел к тому, что только за последнюю четверть XVIII в. в одной только Англии было выдано свыше десятка патентов на универсальные двигатели самых разнообразных систем и конструкций. Наиболее известен *Джеймс Уатт* (1736–1819). Созданный им двигатель, при прочих равных с другими параметрах, был вдвое экономичнее по расходу топлива благодаря конденсатору. Кроме того, его компаньон, заводчик М. Болтон, обладал хорошими организаторскими способностями.

Уатт начал свою работу в 1763 г. – почти одновременно с Ползуновым, но с иным подходом к проблеме двигателя и совершенно в другой обстановке. Ползунов начинал с общеэнергетической постановки задачи о полной замене зависящих от локальных условий гидросиловых установок универсальным тепловым двигателем, но не смог реализовать свои планы в крепостной России.

Уатт работал механиком университета в Глазго (Шотландия). Ему поручили починить действующую модель водоотливной установки Ньюкомена. Эта модель сыграла значительную роль в деятельности Уатта, так как помогла ему увидеть недостатки установки Ньюкомена и найти способы их устранения.

Модель наглядно показала Уатту резкие колебания температуры в полости цилиндра по нагреву и охлаждению стенок. Уатт поставил перед собой задачу создать такой двигатель, цилиндр которого был бы «всегда горячим». После 5 лет упорной работы (в 1769 г.) он пришел к отделенному от цилиндра конденсатору – охлаждаемому водой сосуду, в котором происходит конденсация пара.

По поводу изобретения Дж. Уаттом паровой машины существует несколько легенд. Согласно одной из них, идея машины возникла у него, когда он увидел сильно подпрыгивающую крышку кипящего чайника. В связи с этим историк науки и техники Я.А. Шнейберг сочинил такое шуточное стихотворение:

Когда, нахмутив лба морщины,  
Кипящий чайник увидал Уатт,  
Прообраз паровой машины  
Он разглядел в нем, говорят.  
Я много лет смотрю на чайник,  
Я инженер и эрудит,  
Но никаких необычайных  
Во мне он мыслей не родит!

В 1769 г. Уатт запатентовал паровой двигатель с отдельным конденсатором. Теперь конструкция парового двигателя содержала все основные элементы: паровой котел, цилиндр, конденсатор.

Благоприятные условия деятельности Уатта – денежная поддержка капиталистов, общение с учеными, поддержка в парламенте и, наконец, возможность использования высококвалифицированных инженерных кадров – позволили ему осуществить ряд ценных мероприятий, резко повысивших экономичность парового двигателя.

Создание универсального двигателя привело к появлению в Англии машиностроительной отрасли промышленности. Новые приемы обработки металлов позволили наладить выпуск стандартных деталей машин и механизмов. Показателем завершения промышленного переворота стало начало процесса производства машин машинами. В 1794 г. Г. Модсли

сконструировал первые металлообрабатывающие станки. Затем появились прессы, молоты и т. д.

## 2. Развитие электротехники

В XVII в. появились научные предпосылки для нового этапа в развитии электроэнергетики. *Во-первых*, работы по изучению атмосферного давления. Так, опыты *Торричелли* (1608–1647) позволили установить величину атмосферного давления. *Во-вторых*, работы по изучению электричества. В 1729 г. англичанин *С. Грей* (1670–1736), проводя опыты с электризацией различных предметов, обнаружил, что по одним телам электричество «протекает», а по другим – нет. Он пришел к выводу, что все тела могут быть разделены на проводники и непроводники. В его опытах металлическая проволока хорошо проводила электричество, а шелковый шнур совсем не проводил.

Затем ученые поняли, что электричество может «утекать» с наэлектризованного тела, передаваться другим телам и существовать на их телах отдельно от наэлектризованного тела. *С. Грею* удалось также установить, что электричество при электризации «утекает» только по поверхности тел, независимо от того, сплошное тело или полое.

Далее было замечено, что при натирании янтаря и стекла получается разного рода электричество. Два легких костяных шарика, свободно подвешенные на нитках и наэлектризованные, например, «стеклянным» электричеством, отталкивались друг от друга. Если один из шариков электризовался «янтарным» электричеством, а другой – «стеклянным», то шарики притягивались.

Пытаясь понять природу электричества, ученые представляли себе, что электричество – это какая-то жидкость, которая может «протекать» через определенные тела. Но так в те времена думали не только об электричестве. Существовало представление, что теплота – это тоже особая жидкость, «флогистон». Загадка электричества не давала покоя ученым.

В 1746 г. появляется на свет знаменитая «лейденская банка». Название свое банка получила от города Лейдена, где гол-

ландский профессор *Мюсхенбрук* (1692–1761) поставил свой опыт. Банка позволяла «накапливать» и «хранить» электричество. Я. Шнейберг так рассказывает о ее создании. Зимой 1745 г. Мюсхенбрук проводил опыты с электростатической машиной. Важно было накопить получаемые от нее заряды. Зная, что стекло не проводит электричество, Мюсхенбрук наполнил стеклянную банку водой и опустил в нее конец медной проволоки, соединенной с кондуктором машины. Он правильно предположил, что заряды начнут накапливаться в банке.

Взяв стеклянную банку в правую руку, он попросил своего помощника вращать шар машины, и когда, по его мнению, в банке накопилось достаточное количество зарядов, Мюсхенбрук решил левой рукой отсоединить проволоку от кондуктора. Сам того не подозревая, он пропустил через себя накопленные заряды – ведь его руки стали внутренней и наружной обкладками банки. Естественно, профессор получил сильный удар, и ему показалось, что пришел конец. В письме своему коллеге Реомюру в Париж в январе 1746 г. он писал, что этот «... новый и страшный опыт советую самим никак не повторять» и что он даже ради королевы Франции не согласится подвергнуться «столь ужасному сотрясению»<sup>23</sup>.

Так была изобретена лейденская банка, представлявшая собой простейший конденсатор, который после ряда усовершенствований стал одним из важнейших технических устройств.

Опыт Мюсхенбрука стали повторять не только физики, но многие люди, увлеченные новыми открытиями. В печати изобретение банки приветствовалось как великое открытие.

Особую известность приобрел опыт с лейденской банкой, осуществленный «мастером экспериментов» французским физиком аббатом Ж. Нолле в Версале в присутствии короля. «Нолле построил цепь из 180 гвардейцев, взявшихся за руки, причем первый держал в свободной руке лейденскую банку, а последний прикоснулся к проволоке, извлекая искру. Удар почувствовался всеми в один момент, было курьезно видеть раз-

---

<sup>23</sup> Шнейберг Я.А. История выдающихся открытий и изобретений (электротехника, электроэнергетика, радиоэлектроника). – М. : Изд-во МЭИ, 2009. – С. 27–28.

нообразии жестов и слышать мгновенный вскрик, исторгаемый неожиданностью у большей части почувствовавших удар». Далеко не всем известно, что от этой цепи солдат произошел термин «электрическая цепь»<sup>24</sup>.

В течение последующих десятилетий конструкция лейденской банки усовершенствовалась. Исследования физиков привели к выводу о том, что количество электричества, накапливаемого в банке, пропорционально размеру обкладок и обратно пропорционально толщине изоляционного слоя.

В эти же годы на другом континенте, в американском городе Филадельфии, жил и работал великий американец *Бенджамин Франклин* (1706–1790). Б. Франклин был сыном бедного бостонского мыловара, 15-м ребенком в семье. Он рано начал трудовую жизнь, старался много читать и успешно занимался самообразованием. Он многого достиг как ученый и общественный деятель, был первым президентом США, фактически создателем этого государства. Но еще Франклин увлекался наукой и, в частности, опытами с электричеством. Ему удалось провести одно важное наблюдение. Если к заряженному (наэлектризованному) шару поднести острый предмет, например кинжал, то шар разряжался на острие кинжала и острие это в темноте светилось. Получалось, что острые предметы способны как бы «извлекать» электричество.

В 1748 г. Франклин построил «электрическое колесо», которое вращалось благодаря «электрической силе» двух противоположно заряженных лейденских банок. Франклин писал в одном из писем к своим друзьям, что ему удалось с помощью «электрического колеса» классно зажарить индейку: «электрическое колесо» с успехом крутило вертел. От «электродвигателя» Франклина практической пользы еще не было и не могло, конечно, быть, а вот в 1749 г. он сооружает первый громоотвод.

Несколько позднее аналогичные опыты проводит великий русский ученый *Михаил Ломоносов* (1711–1765) и его друг профессор *Г.В. Рихман* (1711–1753).

---

<sup>24</sup> Шнейберг Я.А. История выдающихся открытий и изобретений (электротехника, электроэнергетика, радиоэлектроника). – С. 27–28.

Наступил 1791 год. В Италии появилось важное сочинение, посвященное электричеству. Оно называлось «Об электрических силах в мускуле». Написал его профессор анатомии *Луиджи Гальвани* (1737–1798). Он ошибочно решил, что в организме животных есть электричество.

Спустя девять лет, в 1800 г., другой итальянец, профессор физики *Алессандро Вольта* (1745–1827) высказывает мнение, что Гальвани открыл не «животное электричество», а наблюдал электрический ток, который появлялся в результате контакта (соприкосновения) двух разных металлов – крючка и пластины. Затем Вольта строит прибор, названный в его честь «вольтовым столбом» (рис. 2). Это была первая электрическая батарея, предшественница всех современных батарей и аккумуляторов, в том числе и всем известных батареек для цифровых фотоаппаратов.

Батарея Вольта состояла из собранных в столбах медных и цинковых кружков, разделенных картонными кружками, смоченными кислотой. К первому и последнему кружкам припаивались провода. Когда эти провода соединяли между собой, то по ним проходило электричество, или, как говорят сегодня, протекал электрический ток. Интересно, что в выражении «электрический ток» еще с тех времен скрыто представление о том, что электричество – это жидкость, которая может «течь», «перетекать».

Однако Вольта ошибался в существе работы сделанного им прибора. Он полагал, что в его столбе электричество движется благодаря соприкосновению металлов различной природы. Такое электричество, конечно, есть (Вольта правильно объяснил опыты Гальвани), но в его столбе электрический ток появлялся благодаря химической реакции между кислотой и

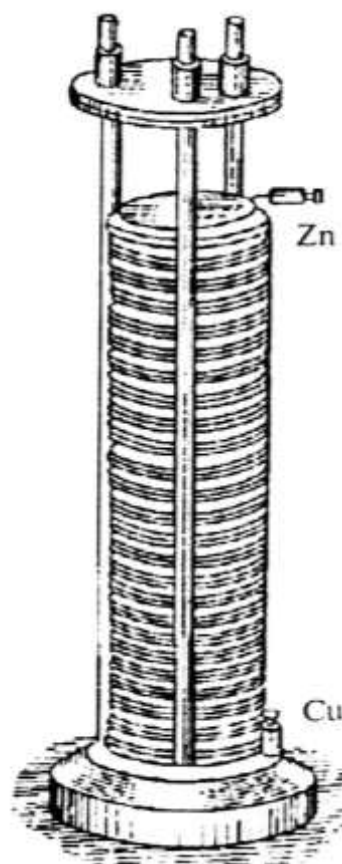


Рис. 2. Вольтов столб

кружочками меди и цинка. Ток в проводах, соединяющих концы (полюсы) столба, протекал до тех пор, пока не высыхала кислота.

Вольтов столб был первым источником тока, сделанным руками человека. Сегодня такой способ получения электрического тока называется электрохимическим. Этот источник тока, в отличие от лейденской банки и «электрических колес», с помощью которых можно было накапливать электрические заряды на поверхности разных тел, позволял получать («вырабатывать») электрический ток.

Появление вольтовой батареи положило начало новому этапу в изучении электричества и магнетизма.

В 1803 г. профессор Петербургской медико-хирургической академии *Василий Владимирович Петров* (1761–1834), проводя опыты с вольтовым столбом, включил между проводами, подсоединенными к полюсам батареи, два электрода. Когда он начал их раздвигать, то между ними возникла электрическая дуга. Она горела ослепительным пламенем и освещала помещение. Это было важное открытие русского ученого. Но не менее важным было предсказание Петрова о возможности применения вольтовой дуги (такое название она получила) для сварки металлов, освещения и выплавки металлов.

К сожалению, судьба В.В. Петрова трагична. «Правдивый и непокорный, он неустанно боролся за просвещение своего народа и против засилья иностранцев в Академии наук и Министерстве просвещения. Это вызвало резко отрицательное отношение к нему президента Академии наук графа Уварова. Петров отстраняется от заведования физическим кабинетом, запрещается печатать его труды. Вскоре он увольняется из Медико-хирургической академии, где прослужил много лет. Состояние его здоровья ухудшается, и 3 августа 1834 г. он умирает. По указанию Уварова его имя не должно было появляться в научных трудах и учебниках физики. В результате В.В. Петров был надолго забыт и лишь случайно его работы были найдены студентом в г. Вильно в начале XX в.»<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup> См.: Шнейберг Я.А. Указ. соч. – С. 34–40.



После Петрова (не зная о его работах) интересные опыты с вольтовой дугой проводит английский физик *Дэви* (1778–1829), а в 1820 г., спустя двадцать лет после появления первого источника электрического тока – вольтова столба, датский физик *Эрстед* (1779–1851) устанавливает связь между электрическими и магнитными явлениями. Эрстед сделал свое открытие во время опытов на студенческой лекции. Пропуская по проводу ток от батареи, он заметил, что расположенная вблизи провода магнитная стрелка отклоняется. Значит, электрический ток и магнитная стрелка взаимодействуют! Эрстед определил, что сила, с которой проводник с током действует на магнитную стрелку, направлена вокруг проводника (по кругу). Это было очень важное открытие. Оно положило начало изучению новых – электромагнитных – явлений.

В том же году французский ученый *Д.А. Араго* (1786–1853) убедился, что электрический ток может намагничивать железо. Стоит свить из проволоки спираль, внутрь которой поместить железный брусок, и пропустить по проволоке ток от батареи, как брусок намагнитится. Электричество рождало магнетизм! Такие магниты получили название электромагнитов.

Ученые увидели, что электромагниты способны притягивать к себе и удерживать железные тела весом, во много раз превышающим их собственный вес. Очень сильные электромагниты, где были применены подковообразные стержни из особого мягкого железа, удалось построить известному американскому физическому *Д. Генри* (1797–1878) и другим ученым.

Затем великий французский математик и физик *Ампер* (1775–1836) открывает одно чрезвычайно важное явление – взаимодействие электрических токов. Ампер определил также и силу взаимодействия проводников с током. Таким образом, он заложил основы *электродинамики*.

Ампер от природы был необыкновенно одаренным человеком. В истории науки не известен случай, чтобы 13-летний мальчик представил в Лондонскую Академию наук, литературы и искусства свою первую математическую работу, в которой высказал серьезные замечания по поводу одного из трудов всемирно известного математика Л. Эйлера. С помощью отца – од-

ного из образованнейших людей своего времени, – учителей и, главным образом, путем неустанного самообразования к 18 годам его познания в области математики, физики, механики соответствовали университетскому уровню.

Работы Эрстеда, Араго, Ампера подводили к мысли, что если электрические заряды, получаемые электризацией, способны вращать колесо (вспомните опыты Франклина), то этого же можно будет достигнуть, используя электромагнетизм и новые данные о взаимодействии проводников с током.

Однако оставалась нерешенной еще одна важная задача: как превратить магнетизм в электричество?

В электромагните, как известно, при прохождении электрического тока по катушке происходит намагничивание железного бруска: электричество порождает магнетизм.

А что нужно сделать, чтобы произошло обратное явление?

В 1831 г. великий английский ученый *Майкл Фарадей* (1791–1867) ответил на этот вопрос.

Здесь нужно заметить, что до того, как Фарадей сделал свое величайшее открытие, уже появились приборы для измерения электричества.

Взаимодействие электрических зарядов можно было определить с помощью прибора, сделанного французским физиком *Шарлем Кулоном* (1736–1806). А способ измерения электрического тока дал немецкий физик *Георг Ом* (1784–1854). Он же вывел один из основных законов электротехники, названный его именем, – закон Ома.

Помещая магнитную стрелку, подвешенную на нити, около проводника с током, Ом показал, что угол кручения нити, характеризующий отклоняющее действие тока, оставался постоянным по всей длине проводника. На основании этих опытов Ом пришел к выводу о том, что ток в различных участках неразветвленной цепи остается неизменным. Исследуя закономерности в электрической цепи, Ом впервые проводит аналогии между движением электричества и тепловым или водяным потоками; при этом разность потенциалов играет роль падения температур или разностей уровней. Основываясь на указанной аналогии, он осуществляет ряд экспериментов и открывает из-

вестный закон электрической цепи, носящий его имя. Этот закон устанавливал, от чего зависит ток, протекающий в проводнике, и позволял в цифрах судить о величине этого тока.

Очень чувствительный и простой прибор для измерения силы тока, названный гальванометром, предложил изобретатель *Нобили*. Этот последний прибор очень помог Фарадею в его открытии.

Итак, что же сделал Фарадей?

На первый взгляд, ничего сложного. Но так бывает в технике, что решение самых сложных задач, потребовавшее огромных затрат труда и времени, неожиданно оказывается очень простым. Так случилось у Фарадея. Девять лет напряженной работы и поиска путей превращения магнетизма в электричество завершились весьма простым опытом, имевшим огромные последствия. Если из изолированной проволоки свить катушку и вводить в нее магнитный стержень, во время движения стержня по катушке протекает электрический ток. Это можно наблюдать по гальванометру, подключенному к катушке. Когда стержень выдвигался из катушки, в ней вновь протекал ток, но уже обратного направления. Если магнитный стержень не двигался, а просто находился внутри катушки, то тока в катушке не было.

Описанная картина повторялась, если магнитный стержень оставался неподвижным, а двигалась катушка. Явление, которое открыл Фарадей, получило название «магнитной индукции». Суть его состоит в том, что при перемещении замкнутой катушки вблизи магнита (точнее, в магнитном поле) в ней возникает, или, как говорят, «индуцируется», электрический ток. Можно, например, катушку поместить внутри расположенных по окружности неподвижных магнитов. И если катушку каким-либо способом привести во вращение, в ней также будет возникать электрический ток. Открытие Фарадея указывало на новый способ получения электричества. Из него следовало, что электрическую энергию можно получать путем превращения механической энергии. Для этого (конечно, в самом упрощенном виде) нужны: источник механической энергии, приводящий в движение либо магнит, либо катушку (в нашем опыте – мускульная сила челове-

ка), катушка из изолированного провода и магнит. Фарадей открыл электромагнитную индукцию и стал основоположником учения об электрическом и магнитном полях.

Итак, дорога к созданию нового источника электрической энергии – электрического генератора – была открыта.

Изучением электрического поля и разработкой его теории занимался также *Дж. Максвелл* (1831–1879), создавший теорию электромагнитного поля.

Нужно сказать, что усилия ученых сосредоточились не только на создании электрического генератора – машины, превращающей механическую энергию в электрическую. Одновременно они стремились решить и обратную задачу – заставить электрическую энергию выполнять полезную механическую работу, то есть создать *электрический двигатель*.

В этом отношении очень важное открытие сделал в 1838 г. русский академик *Эмиль Христианович Ленц*. Занимаясь проверкой опытов Фарадея, он установил, что если при движении катушки вблизи магнита в ней появляется электрический ток, то возможно и обратное – пропуская электрический ток через катушку, можно привести в движение магнит.

В первом случае прибор, а это может быть и большая электрическая машина, работает как генератор электрической энергии, он преобразует механическую энергию движения катушки в электрический ток (электрическую энергию).

Во втором случае к прибору подводится электрический ток, который преобразуется прибором (машиной) в механическую энергию движения.

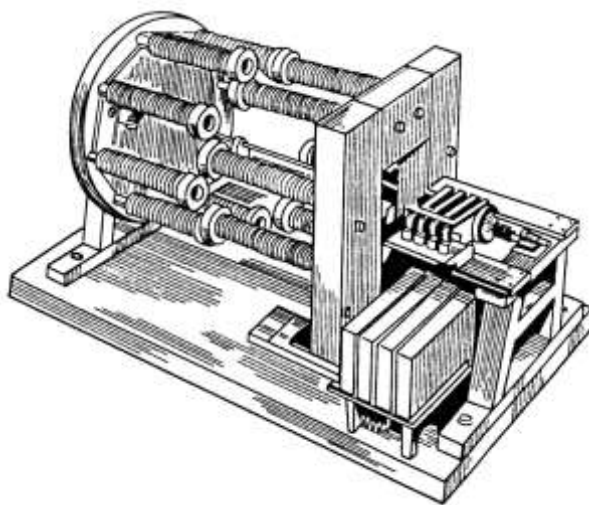
Из этого следовало, что двигатель можно сделать из генератора, а генератор в свою очередь можно обратить в двигатель.

Но, как часто случается, в первых электрических двигателях открытие Ленца не было применено. Не сразу догадались, что можно одни и те же принципы использовать и при создании генераторов, и при создании двигателей. К этому пришли несколько позже.

А пока один из первых электрических двигателей, который смог выполнять полезную работу (он был установлен на лодке и приводил ее в движение), был сделан по иному принципу.

Этот двигатель построил в 1839 г. выдающийся русский ученый *Борис Семенович Якоби* (1801–1874) (описание своего электродвигателя Якоби сделал еще в 1834 г.). Нужно заметить, что мировая слава к Якоби пришла не как к создателю электродвигателя, хотя его опыты и исследования в этой части имели большое значение для развития электротехники. Он открыл гальванопластику – способ, который позволял с помощью электрического тока золотить и серебрить разные металлические изделия или переносить выгравированные изображения с одной медной пластины на много других (получать копии изображений, например рисунков).

Двигатель Якоби имел две группы электромагнитов: подвижные и неподвижные. Подвижные электромагниты размещались на вращающемся диске. Вокруг диска на неподвижном основании закреплялись электромагниты. Ток электромагниты получали от электрической батареи. Но если к неподвижным электромагнитам подвести ток не составляло труда, то подвод тока к подвижным электромагнитам производился через специальное устройство, называемое коммутатором. Это были четыре медных кольца, насаженные на вал диска. К кольцам присоединялись катушки подвижных электромагнитов и прижимались другие медные пластинки, называемые щетками, которые при вращении диска скользили по кольцам (*рис. 3*).



*Рис. 3.* Внешний вид двигателя Якоби

Работа по усовершенствованию генератора продолжалась и дальше. В результате в 1870–80-е гг. была создана машина постоянного тока, не намного отличающаяся от современной.

## Выводы

1. Потребности производства стимулировали развитие техники. Практически в одно и то же время во многих странах мира были сделаны важные открытия, приведшие к быстрому развитию теплоэнергетики и электротехники.

2. Наибольший вклад в изобретение универсального парового двигателя внесли Гюйгенс, Папен, Вустер, Севери, Ньюкамен, Папен и Ползунов, Уатт.

3. Б.С. Якоби создал один из первых электродвигателей.

## Список литературы

1. **История** энергетической техники / Л.Д. Белькинд [и др.]. – М. ; Л. : Госэнергоиздат, 1960. – 663 с.
2. **Ефимов, А.В.** Сильнее Геркулеса. – М. : Советская Россия, 1976. – 158 с.
3. **Пономарева, Т.А.** Великие ученые / Т.А. Пономарева. – М. : ООО «Издательство АСТ»; ООО «Издательство Астрель», 2002. – 527 с.
4. **Шнейберг, Я.А.** История выдающихся открытий и изобретений (электротехника, электроэнергетика, радиоэлектроника) / Я.А. Шнейберг. – М. : Изд. дом МЭИ, 2009. – 118 с.

## **ЛЕКЦИЯ 5**

### **Научно-техническая революция и развитие энергетики (конец XIX – начало XX в.)**

#### **План**

1. Научно-техническая революция и ее влияние на энергетику.
2. Развитие электроэнергетики.
3. Развитие теплоэнергетики. Совершенствование паровых двигателей и котельных установок, возникновение паровой турбины.
4. Выдающиеся изобретения и открытия.

#### **1. Научно-техническая революция и ее влияние на энергетику**

«Развитие мировых производительных сил в конце XIX – начале XX в. происходило необычайно высокими темпами (так, суммарная выплавка стали с 1870 по 1900 г. возросла в 20 раз), вследствие чего увеличился объем мирового промышленного производства. Количественные изменения сопровождались бурным развитием техники, новшества которой охватывали различные сферы производства, транспорта, быта. Радикальные изменения произошли в организации промышленного производства, его технологии. Возникло много новых отраслей промышленности, которых мир ранее не знал. Произошли существенные сдвиги в размещении производительных сил как между странами, так и внутри отдельных государств. Такой скачок в развитии мирового промышленного производства связан с произошедшей в рассматриваемый период научно-технической революцией»<sup>26</sup>.

«Научно-техническая революция – коренное, качественное преобразование производительных сил на основе превращения

---

<sup>26</sup> История мировой экономики: учебник для вузов / под ред. Г.Б. Поляковой, А.Н. Марковой. – М. : ЮНИТИ, 1999. – С. 462.

науки в ведущий фактор развития общественного производства, непосредственную производительную силу»<sup>27</sup>.

Научно-техническая революция конца XIX – начала XX в. началась в физике и затем охватила все основные отрасли науки. В это время были сделаны такие выдающиеся открытия, как теория относительности *А. Эйнштейна* (1879–1955), квантовая теория *М. Планка* (1858–1947). В 1898 г. *М. Склодовская-Кюри* (1867–1934) и ее муж *П. Кюри* (1859–1906) открыли явление радиоактивного распада. Впервые научное объяснение сущности радиоактивности на базе учения о строении атома дал английский физик *Э. Резерфорд* (1871–1923). Он установил, что при распаде радиоактивных элементов выделяются два вида излучений, имеющих различную проникающую способность, и обозначил их первыми буквами греческого алфавита:  $\alpha$  (альфа) и  $\beta$  (бета). В начале XX в. было покончено с прежним представлением об атоме как о простейшей неделимой частице вещества. В 1911 г. Резерфорд предложил планетарную модель атома, согласно которой атом представлял собой сложную систему, состоящую из положительно заряженного ядра весьма малого диаметра (по сравнению с диаметром атома), вокруг которого движутся электроны.

В конце XIX – начале XX в. связь науки с производством приобрела более прочный и систематический характер. Посредством создания на базе научных открытий новой техники наука постепенно превращается в непосредственную производительную силу общества; большое количество людей включается в научные исследования. В это время во многих странах мира открываются высшие технические учебные заведения. При них создаются различного рода научно-исследовательские лаборатории, центры и институты. Начала складываться система государственных, а затем и частных научно-исследовательских институтов и учреждений.

Одной из крупнейших проблем, решенных в рассматриваемый нами период, было ***получение и использование электроэнергии*** – новой энергетической основы промышленности и

---

<sup>27</sup> Советский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1982. – С. 877.



транспорта. «Паровая машина, – писал Ф. Энгельс, – научила нас превращать тепло в механическое движение, но использование электричества откроет нам путь к тому, чтобы превращать все виды энергии – теплоту, механическое движение, электричество, магнетизм, свет – одну в другую и обратно и применять их в промышленности»<sup>28</sup>.

Итак, в конце XIX – начале XX в. использование электричества позволило создать новую основу промышленности и транспорта, т. е. решить крупнейшую техническую проблему того времени. Предпосылками ее решения были:

а) создание нового двигателя;

б) передача электроэнергетики на значительные расстояния.

При этом интересно следующее обстоятельство: «история науки и техники убедительно доказывает, что если для решения актуальных научно-технических проблем создаются объективные социальные и технические предпосылки, то, как правило, новые открытия и изобретения носят интернациональный характер, они принадлежат ученым и инженерам разных стран»<sup>29</sup>.

Итак, переход к массовому, непрерывному и автоматизированному производству требовал перевода системы машин на новый двигатель. Им стал *электропривод* (электромотор), обеспеченный соответствующей передачей электроэнергии от генератора.

Предпосылкой для решения этой технической проблемы стало изобретение итальянским физиком *А. Пачинотти* (1841–1912) в 1860 г. и независимо от него бельгийским мастером *З.Т. Граммом* (1826–1901) в 1869–1870 гг. *динамо-машины*, т. е. самовозбуждающегося генератора постоянного тока. Именно благодаря конструкции, предложенной Граммом, изобретение получило распространение на практике.

Первые электрогенераторы были машинами небольшой мощности и разнообразной конструкции (генераторы Ф. Хельнера-Альтенека – 1873 г., Т.А. Эдисона – 1878 г. и др.).

---

<sup>28</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Соч. – 2-е изд. – Т. 35. – С. 374.

<sup>29</sup> Шнейберг Я.А. Титаны электроэнергетики: Очерки жизни и творчества. – М.: Изд-во МЭИ, 2004. – С. 220.

Коэффициент полезного действия (КПД) этих машин был невелик.

В начале 1870-х гг. принцип обратимости электрических машин был уже хорошо известен. Эти машины могли использоваться и в качестве генератора, и в качестве двигателя.

В 1870–80-х гг. генераторы постоянного тока были настолько усовершенствованы, что, по сути дела, приобрели основные черты современных машин.

Большую роль в создании электродвигателя сыграл *М.О. Доливо-Добровольский* (1862–1919). Вместо синхронного двигателя со специальным возбудителем (или однофазного двигателя с дополнительным двигателем для разгона) им в 1889 г. был изобретен *асинхронный трехфазный электродвигатель*, который начинал вращаться сразу при включении напряжения. (рис. 4).

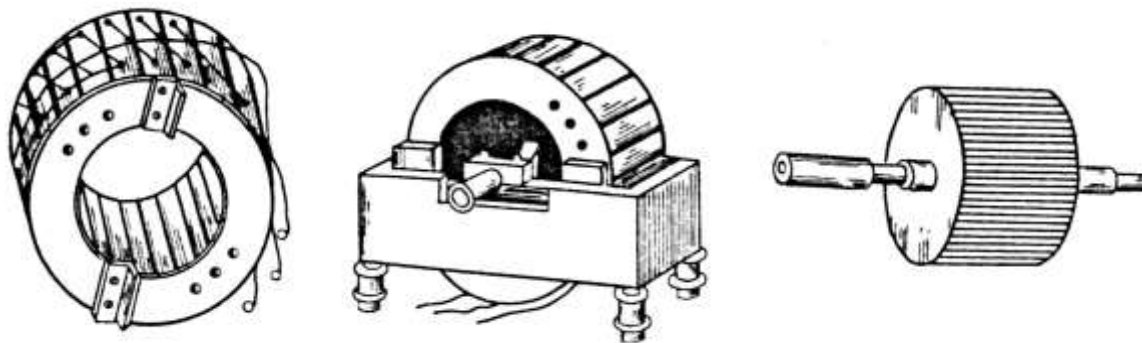


Рис. 4. Первый трехфазный асинхронный двигатель Доливо-Добровольского (в собранном и разобранном виде)

Среди огромного разнообразия типов и конструкций электродвигателей удивительной простотой и надежностью отличался трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. Он занял господствующее положение в системе промышленного электропривода.

Доливо-Добровольский нашел удивительно рациональное решение сложной технической проблемы: он выполнил ротор в виде стального цилиндра (это уменьшило его магнитное сопротивление), просверлил вдоль него по периметру пазы и заложил в них медные стержни (это уменьшило электрическое сопротивление).

тивление ротора). На торцах ротора эти стержни надежно электрически соединялись с помощью медных пластин или колец.

Но для работы двигателя нужен был трехфазный источник питания. И Доливо-Добровольский обосновывает эффективность трехфазной системы токов. Он показал, что в любой момент времени сумма всех трех токов равна нулю, и поэтому для передачи энергии достаточно трех проводов. Эта система была на 25 % экономичнее однофазной цепи. Михаил Осипович показал, что обмотки источника питания и потребителей в трехфазных системах могут соединяться звездой (четырёхпроводная цепь) и треугольником (трехпроводная). Преимуществом четырёхпроводной цепи стала возможность использования двух напряжений – линейного и фазного.

Таким образом, Доливо-Добровольский создал оригинальные, высокоэкономичные, надежные асинхронные двигатели, в которых так остро нуждалась промышленность и которые оказались гораздо лучше всех тех, что были созданы до него.

Для внедрения трехфазных устройств нужно было решить еще одну проблему: создать надежный и экономичный трехфазный трансформатор. Доливо-Добровольский работает над разными вариантами и наконец в 1891 г. получает патент на трансформатор с параллельным расположением стержней в одной плоскости. Эта конструкция в основном сохранилась до наших дней.

Вначале применялся общий электропривод для всей фабрики. Затем стали устанавливать несколько двигателей в цехах, обслуживавших небольшие группы станков. Наконец появился индивидуальный электропривод – к отдельному станку. Это повысило скорость станков, привело к их дальнейшей автоматизации. В начале XX в. появились станки, у которых двигатель и рабочая машина, поставленные на общей станине, составляли одно целое. В таких станках не только сама рабочая машина, но и каждый механизм (шпиндель, суппорт, стол и т. д.) приводился в движение отдельным электродвигателем.

Другой предпосылкой НТР стало осуществление *передачи электроэнергии по проводам* на значительные расстояния.

Первую передачу электроэнергии на расстояние 1 км демонстрировал француз *И. Фонтен* в 1873 г.

Однако практического применения этот опыт не получил. Более того, сам Фонтен считал, что подобная передача энергии возможна только для незначительных мощностей и на небольшое расстояние.

В конце XIX в. при больших расстояниях и при больших передаваемых токах потери электроэнергии в линиях электропередачи оказывались столь большими, что сооружение их стало бессмысленным. Что же делать?

Как известно, под электрической мощностью в электротехнике понимается произведение тока на напряжение. Одну и ту же электрическую мощность можно передать по линии электропередачи при большом напряжении и малом токе или при большом токе и малом напряжении. Отсюда напрашивается вывод: если потери электроэнергии в линии электропередачи зависят от тока, то передавать электроэнергию на большие расстояния нужно при малых токах и больших напряжениях. Сейчас это кажется просто. Но простым все становится после того, как кто-то первый поймет и укажет, как надо поступить. Этим первым в данном случае был профессор физики Петербургского лесного института *Д.А. Лачинов* (1842–1902). В 1880 г. в русском журнале «Электричество» появляется его статья о передаче электрической энергии и применении электродвигателей. В ней он прямо указывал, что передачу электроэнергии надо осуществлять при высоком напряжении и малой силе тока.

Соображения, высказанные Лачиновым, позволили французскому инженеру *Марселю Депрэ* (1843–1916) и русскому инженеру *Ивану Филипповичу Усагину* (1855–1919) построить первые линии электропередачи. В 1882 г. на Международной промышленной выставке в Мюнхене Депрэ демонстрирует свою электропередачу. Успех был огромный. С искусственной скалы падал поток воды, кругом все было ярко освещено, и люди подолгу задерживались полюбоваться красивым зрелищем. Но самым поразительным в этой установке было то, что электрический двигатель, который приводил во вращение насос, по-

дававший воду на вершину скалы, получал электрическую энергию по проводам от небольшой электростанции из городка Мисбаха, расположенного за шестьдесят с лишним километров от Мюнхена.

В этом же году для освещения Всероссийской промышленной выставки строит свою электропередачу и Усагин.

Конечно, первые опыты Депрэ и Усагина не решали проблемы передачи электроэнергии на большие расстояния. Однако становилось очевидным, что получать электрическую энергию для питания электродвигателей от электростанций гораздо выгодней, чем применять на предприятиях паровые машины, дизели и другие двигатели.

Основная трудность электропередачи состояла в повышении напряжения. Повышать напряжение не позволяли динамомашины, которые не выдерживали большого увеличения напряжения и выходили из строя.

Дальнейшее развитие передачи электрической энергии на расстояние связано с именем М.О. Доливо-Добровольского, который в 1888 г. изобрел систему трехфазного переменного тока. В 1891 г. Доливо-Добровольский вместе с инженером Броуном организовал передачу электроэнергии на расстояние 170 км от Лауфена-на-Некаре до Международной электротехнической выставки во Франкфурте-на-Майне. Это событие можно считать *началом современной электрификации*, которая вызвала переворот в промышленности, транспорте и быту.

Дело было так. На выставке должны были быть продемонстрированы новейшие достижения в передаче и распространении электрической энергии. Выставочный комитет предложил фирме АЭГ, шеф-директором которой работал Доливо-Добровольский, осуществить передачу электроэнергии из местечка Лауфен, где имелась гидросиловая установка на реке Неккер, во Франкфурт-на-Майне на невиданное до того времени расстояние 170 км. Доливо-Добровольский, уверенный в надежности трехфазной системы, уговорил руководство фирмы принять заказ и взвалил на себя огромную ответственность. В течение года шла подготовка к электропередаче.

Выставку освещали 1000 электрических ламп. В зале был установлен трехфазный асинхронный двигатель мощностью около 75 кВт, приводивший в действие гидравлический насос, который подавал воду для ярко освещенного декоративного водопада. Налицо своеобразная энерге-

тическая цепь: искусственный водопад создавался энергией естественного водопада, удаленного на 170 км. Посетители выставки воочию убедились в силе электрической энергии. Это было триумфом Доливо-Добровольского и его трехфазной системы. А ему в это время было всего 29 лет!

Доливо-Добровольскому принадлежат и другие важные изобретения. Например, надежный выключатель высокого напряжения.

О его таланте свидетельствует и тот факт, что за год до кончины он выступает с утверждением о том, что в ближайшем будущем электроэнергия будет передаваться на огромные расстояния и *надо переходить к электропередачам на постоянном токе!*

М.О. Доливо-Добровольский обладал и исключительно высокими человеческими качествами. Он был всесторонне образован, чутко, доброжелательно относился к людям, умел внимательно слушать собеседника, имел способность доступно излагать сложнейшие технические вопросы. Он хорошо понимал тесную связь технического и социального прогресса.

В 1892 г. электропередача трехфазного тока была осуществлена в Швейцарии и Германии, а в 1893 – в США. Первая промышленная установка трехфазного тока в России была построена в 1893 г. для Новороссийского элеватора.

Внедрение трехфазной передачи электроэнергии встретило сопротивление в США – Эдисона, в Англии – Свинберна, в Австро-Венгрии – Дери, в Швейцарии – Броуна, специализировавшихся на выпуске машин и аппаратов постоянного, однофазного или двухфазного переменного токов. Любопытно отметить, что намеченный Доливо-Добровольским в 1899 г. обобщающий доклад о преимуществах электропередачи трехфазного тока был запрещен правлением крупнейшего треста германской электротехнической промышленности «АЭГ», как задевающий интересы этой фирмы.

Решение вопроса об электропередаче на значительные расстояния на основе практического использования системы трехфазного переменного тока позволило сконцентрировать производство электроэнергии на электростанциях, где в качестве первичных генераторов служили тепловые или водяные двигатели.

В 1880-х гг. начали строить электрические станции переменного тока, которые позволили расширить область применения электроэнергии. В 1884 г. в Англии была пущена первая электростанция переменного тока. В 1889 г. вблизи Портленда (США) была построена крупная гидростанция однофазного переменного тока мощностью 720 кВт.

В конце 1890-х гг. для снабжения электроэнергией промышленных районов и городов развернулось широкое сооружение районных электростанций, строившихся вблизи источников сырья или у рек.

Ожесточенная борьба развернулась вокруг огромных источников энергии Ниагарского водопада (США). Эдисон предлагал строительство электростанций по производству постоянного тока. Вестингауз ратовал за сооружение гидростанций переменного тока. Добыв с помощью разведки чертеж генераторов переменного тока Вестингауза, Эдисон воспроизвел такой же и предложил сенату своего штата законопроект о запрещении переменного тока как необычайно опасного. Эдисон добился того, чтобы казнь на электрическом стуле проводилась только с помощью постоянного электрического тока. Он развернул кампанию в газетах, где выставлял переменный ток противным человеческой природе, морали и Библии, призывал не проводить в дома переменный ток. Но все было напрасно. Несмотря на все попытки опорочить переменный ток, он стал широко использоваться для передачи электроэнергии на расстояние.

В 1896 г. вступила в строй первая районная гидроэлектростанция на Ниагаре. На станции были установлены три турбины переменного тока по 5 тыс. л. с. каждая. Динамо-машины вырабатывали ток в 2000 В. Для передачи электроэнергии потребителю напряжение поднималось трансформаторами до 50 кВ. Электропередача осуществлялась на расстояние до 550 км. В последующие годы дали ток мощные гидростанции и тепловые станции в Обершпрее (Германия, 1897), Рейнфельдская ГЭС (1898), а в 1901 г. стали под нагрузку гидрогенераторы электростанции в Жонат (Франция).

В начале столетия была открыта мощная гидроэлектростанция в Брузио (Швейцария) напряжением 7,7 кВ. После прохождения трехфазного тока через трансформаторы он повышался до 50 кВ и передавался на расстояние 400 км.

Идеи сооружения гидроэлектростанций в России зародились в 70-е гг. XIX в. Военный инженер *Ф.А. Пироцкий* (1845 –

1898) с 1874 г. неоднократно предлагал использовать силу рек и водопадов, расположенных недалеко от Петербурга, для производства электроэнергии, которая может найти применение в столице.

В 1889 г. инженер *В.Ф. Добротворский* высказал идею строительства гидростанции для снабжения Петербурга электричеством.

В 1892 г. русский изобретатель *Н.Н. Бенардос* предложил проект постройки гидроэлектростанций на Неве.

В последующие годы в России были разработаны проекты комплексного использования рек Волхова (проект *Г.О. Графтио* – 1910 г.) и Волги (проект *Г.М. Кржижановского* – 1913 г.) и сооружения на них гидроэлектростанций. Эти проекты были осуществлены уже в СССР.

Первая промышленная гидроэлектростанция в России мощностью 300 кВт была построена в 1895–1896 гг. под руководством инженеров *В.Н. Чиколева* (1845–1899) и *Р.Э. Классона* (1868 – 1926) для электроснабжения Охтинского порохового завода в Петербурге. В 1899 г. были введены в эксплуатацию гидроэлектростанции на Бакинских нефтяных камнях и на кавказском курорте Боржоме. В 1903 г. была пущена электростанция «Белый уголь» в Ессентуках. В 1909 г. закончилось строительство крупнейшей в дореволюционной России Гиндукушской ГЭС мощностью 1350 кВт на реке Мургаб (Туркмения). В 1914 г. для электроснабжения Москвы в Богородске (ныне Ногинск) была построена самая крупная в мире теплоэлектростанция «Электропередача», работавшая на торфе.

В результате сооружения районных электростанций промышленные предприятия были избавлены от необходимости строить собственные мелкие электростанции или устанавливать свои электрогенераторы.

Электроэнергия производилась на государственных, городских (муниципальных), а также на частных электростанциях, причем количество частных электростанций значительно превышало число государственных и городских. Так, по сведениям Русского технического общества в 1913 г. из 20 крупных электростанций 16 были частными.



Электростанции производили электрический ток специально для продажи потребителям. Заводам и фабрикам стало выгоднее покупать электроэнергию и направлять ее к рабочим машинам, снабженным электроприводом, нежели производить ее на собственном предприятии.

В начале 90-х гг. XIX в. широкое распространение получили электрифицированные машины в горнодобывающей промышленности, на металлургических заводах для производства проката и для загрузки мартеновских и доменных печей.

Стали создаваться электрометаллургическое и электрохимическое производства, основанные на использовании электронагрева.

Наряду с превращением электроэнергии в механическую, развитие энергетики позволило осуществить во все растущих масштабах ее превращение в световую, звуковую, тепловую и, наконец, химическую энергию.

В конце XIX – начале XX в. создаются крупные промышленные монополии, в том числе энергетические.

### **3. Развитие теплоэнергетики. Совершенствование паровых двигателей и котельных установок, возникновение паровой турбины<sup>30</sup>**

Для увеличения выработки электроэнергии и выполнения новых задач, поставленных промышленностью, в конце XIX – начале XX в. требовалось увеличение мощности первичных двигателей, приводивших в действие электрогенераторы. К этому времени машиностроители добились повышения КПД и увеличения мощности паровых машин. Строились паровые машины с числом оборотов от 200 до 600 в минуту, предназначенные специально для электростанций. Все большее распространение получало применение перегретого пара. В конце XIX в. немецкий инженер *В. Шмидт* изобрел новый паровой котел с пароперегревателем (температура перегрева пара

---

<sup>30</sup> Подробнее см.: Ефимов А.В. Указ. соч. – С. 82–85.

в этом котле достигала 350 °С) и соответствующую паровую машину.

В 1908 г. инженер *Штумпф* в Германии сконструировал прямоточную паровую машину.

Большие успехи отмечались и в области котлостроения. Производительность паровых котлов была значительно увеличена. Особенно удачными оказались конструкции секционных водотрубных котлов, сконструированные фирмой «Бабкок и Вилькокс» в Англии, Стирлингом в США и Гарбе в Германии. Большой вклад в создание котлов внес *В.Г. Шухов* (1853–1939), который разработал надежный котел малой металлоемкости, обладающий хорошей транспортабельностью. Котел конструкции В.Г. Шухова собирался на месте из отдельных секций. Поверхность нагрева наиболее крупных котлов этого времени достигала 1–2 тыс. м<sup>2</sup>.

Однако силовые установки с поршневыми паровыми машинами имели значительные недостатки: оставались относительно тихоходными, тогда как промышленность и транспорт ощущали растущую потребность в быстроходных двигателях. На изготовление поршневых машин расходовалось много металла, а неоднократные попытки снижения их веса не давали должного эффекта, хотя это представлялось особенно важным для зарождавшихся автомобильного транспорта и авиации.

Не удавалось преодолеть и громоздкость двигателей. Так, при сооружении в 1898 г. в Нью-Йорке электростанции мощностью 30 тыс. кВт пришлось установить 12 паровых машин и 87 котлов, для чего потребовалось здание в несколько этажей. Это обусловило разработку новых типов первичных двигателей, более быстроходных, компактных и экономичных.

В рассматриваемый период впервые были созданы **паровая турбина и двигатель внутреннего сгорания**, которым суждено было сыграть в дальнейшем огромную роль не только в промышленности, но и на транспорте, в сельском хозяйстве, в военном деле.

Активная паровая турбина была изобретена шведским инженером *Густавом де Лавалем* (1845–1913). В 1883–1889 гг.

Густав де Лаваль намеревался первоначально применить ее в молочном деле для вращения сепараторов.

В 1884–1885 гг. англичанин *Ч.О. Парсонс* (1854–1931) изобрел реактивную многоступенчатую паровую турбину. Дальнейшая работа по усовершенствованию этой турбины привела Парсонса к созданию в 1894 г. нового образца реактивной турбины, которая и стала основным типом паровых турбин того времени. Точнее было бы назвать турбину, созданную Парсонсом, «смешанной», потому что в ней использовались и активный, и реактивный принципы действия.

В многоступенчатой турбине Парсонса имелось несколько рядов (венцов) вращающихся лопаток, насаженных на ротор; между ними находились неподвижные ряды лопаток, которые укреплялись на корпусе турбины.

Лопатки имели специально изогнутую форму, благодаря которой соседними лопатками образовывались каналы в виде конических сопел.

Пар, проходя через такие ряды лопаток (ступени), постепенно расширялся и наращивал свою скорость. За последней ступенью он расширялся полностью.

К своему изобретению Парсонс пришел самостоятельно, хотя в это время над решением этой задачи работали многие изобретатели.

Стоит сказать несколько слов о творческом пути Парсонса, ибо он сложился несколько иначе, чем у многих выдающихся деятелей науки и техники <sup>31</sup>. Родился Парсонс в 1856 г. Потомок короля Англии Эдуарда III, он принадлежал к одной из знатнейших аристократических семей. Отец его, Вильям Парсонс (лорд Росс), был известным астрономом и оптиком, президентом Лондонского королевского общества.

Юный Чарльз рос и воспитывался в обстановке, где царил строгий распорядок дня. Учебный день начинался рано утром и длился до позднего вечера. С детьми занимались специально приглашенные учителя по программе, составленной самим лордом Россом. Наибольшее внимание уделялось физике и математике. К инженерной и научной деятельности Парсонса готовили с раннего детства.

Таким образом, первые шаги по пути изобретательства будущий создатель реактивной турбины сделал еще в мастерской отца в своем ро-

---

<sup>31</sup> Материал излагается по: Ефимов А.В. Указ. соч. – С. 83–85.

довом имени. Впоследствии Парсонс окончил одно из лучших учебных заведений Англии – Кембриджский университет.

Не случайно, конечно, что паровая турбина создавалась не самоучками, а инженерами и учеными с большими теоретическими знаниями. Для того чтобы построить этот двигатель, требовались сложные математические расчеты, новые высокопрочные стали и точная обработка всех деталей.

Свою производственную деятельность по окончании университета Парсонс начал в качестве ученика на одном крупном машиностроительном заводе.

Спустя четыре года Парсонс становится хорошим специалистом. Молодого, талантливого конструктора живо интересуют многие насущные технические проблемы своего времени. Так, к работе над паровой турбиной его привели нужды развивающейся электротехники. Электрический ток все шире проникал в промышленность, а высокоскоростного двигателя для привода генераторов, вырабатывающих электроэнергию, все еще не было.

Много трудностей пришлось преодолеть Парсонсу, прежде чем удалось построить свою турбину, работающую с генератором электрического тока. Это были не только технические трудности. Было время, когда компаньоны лишили его более чем на пять лет права распоряжаться своими патентами. И только благодаря своим огромным знаниям, терпеливости и материальной независимости он не разорился.

Один из первых турбогенераторов (так называют паровую турбину и электрический генератор, работающие вместе), построенных Парсонсом, мощностью 350 кВт был установлен на электростанции в Лондоне. Позже Парсонс начинает строить и более мощные турбины. Две из них, мощностью по 1000 киловатт он построил для одной из электростанций в Германии. Это был заказ углепромышленников, которые, защищаясь от распространения дизельных двигателей, встали на защиту паровых турбин.

Поиск новых областей применения турбин привел изобретателя к идее установить паровую турбину в качестве двигателя на судах. Появление первого судна с турбиной, названного Парсонсом «Турбинией», ошеломило современников. Оно развивало неслыханную по тем временам скорость, почти 60 километров в час. Двигатель этого судна потреблял меньше пара, чем поршневой паровой двигатель такой же мощности. Судовая турбина по принципу действия была также реактивной турбиной. Однако конструктивно она отличалась от турбин для электростанций. Судовая турбина состояла как бы из трех турбин, соединенных одним валом. Пар из котла сначала поступает в первую турбину (ее называют турбиной высокого давления). Затем, отработав в ней и ча-

стично расширившись, он поступает во вторую турбину (среднего давления) и, наконец, в третью (низкого давления),

Такое расчленение на отдельные турбины понадобилось потому, что для достижения более низких оборотов приходилось делать турбину многоступенчатой. При этом ротор турбины получался длинным и тяжелым. Целесообразней оказалось строить три отдельные турбины, соединив их валы между собой, а пар пропускать последовательно из одной турбины в другую.

Новыми турбинами заинтересовалось Британское адмиралтейство, по заказу которого строятся два быстроходных миноносца: «Винер» и «Кобра» с турбинами Парсонса. Гибель этих судов в 1901 г., произошедшая при весьма неясных обстоятельствах, чуть было не подорвала веру в новый судоводительский двигатель.

Однако впоследствии была доказана «невиновность» турбин, и они постепенно шаг за шагом начали утверждать себя на военном флоте.

В 1906 г. Англия спустила на воду самый крупный и быстроходный в мире броненосец «Дредноут», на котором Парсонс установил новые турбины мощностью почти в 25 тыс. л. с. Это произвело сильное впечатление на все морские державы, и многие поспешили купить у Парсонса право на постройку судовых турбин.

Успех турбин на военном флоте способствовал применению турбин на грузовых и пассажирских судах. Однако спор между паровой машиной, дизелем и турбиной на воде продолжался еще долго.

Что касается паровых турбин для турбогенераторов, то они стали широко распространяться в разных странах. Ценилась не только их экономичность, но и равномерность хода и простота получения высоких оборотов (3 тыс. оборотов в минуту), надежность работы, легкость обслуживания и ряд других преимуществ.

Паровая турбина становится главным двигателем для генераторов на тепловых электростанциях. Мощность ее неизменно растет. В 1925 г. в Чикаго на предприятиях «Компании Эдисона» вводится в действие паровой турбогенератор с турбиной Парсонса мощностью 50 тыс. л. с.

Нужно заметить, что столь успешному увеличению мощности паровых турбин немало способствовал и успех дизельстроителей. Так, Аугсбургский завод в Германии примерно в это же время изготовил для электростанции в Гамбурге дизель мощностью в 15 тыс. л. с. В конечном итоге на электростанциях победила паровая турбина. Во многом это объяснялось тем, что

паровой котел позволял использовать любое топливо: и уголь (причем самых низших сортов), и нефть, и мазут, и торф, и дрова. Но, пожалуй, самым важным было то, что со временем в котлах научились получать пар высоких параметров: с высокой температурой и давлением. Это позволило увеличивать не только мощность паросиловых установок, но и значительно повысить их экономичность.

Чарльз Парсонс умер в 1931 г. Это был выдающийся машиностроитель, внесший огромный вклад в создание и внедрение в жизнь паровых турбин.

Паровые турбины продолжали совершенствоваться и дальше. С начала XX в. возникает систематическое фабричное производство паровых турбин в Германии, Швейцарии, США, Франции и др. странах.

В России собственное производство паровых турбин и турбогенераторов было налажено слабо. Использовали в основном импортное оборудование. Первый отечественный турбогенератор системы французского инженера О. Рато (1899) был построен лишь в 1907 г. К началу первой мировой войны турбина мощностью 1 тыс. л. с. в России считалась очень крупной, тогда как за границей строились паровые турбины на 40–50 тыс. л. с.

Использование турбогенераторов дало возможность увеличить мощность электростанций, поднять напряжение, увеличить дальность передачи электроэнергии.

#### **4. Выдающиеся изобретения и открытия<sup>32</sup>**

##### ***Двигатели внутреннего сгорания***

Выше мы отмечали три характерные черты технического развития рассматриваемого периода: применение электроэнергии во всех областях производства и быта, вытеснение железа сталью и растущие добыча и переработка нефти. К ним следует добавить четвертую – распространение двигателей внутреннего сгорания, явившееся необходимой предпосылкой для перехода

---

<sup>32</sup> См.: Виргинский В.С., Хотеев В.Ф. Очерки истории науки и техники, 1870–1917 гг. – С. 54–57.

некоторых отраслей к машинной ступени производства (безрельсовый транспорт, сельское хозяйство) или даже для самого возникновения данной отрасли (авиация).

Принцип четырехтактного двигателя внутреннего сгорания, в котором горючая смесь перед воспламенением подвергалась предварительному сжатию, был высказан еще в 1862 г. французским инженером *Альфонсом Бо де Роша* (1815–1890) в рукописной брошюре. Однако у него не было средств для изготовления двигателя. Практически его идеи использовал немецкий конструктор *Н. Отто* (1832–1891), создавший в 1877 г. новый тип газового двигателя. Топливом для такого двигателя служил газ, получаемый путем простой перегонки антрацита и кокса.

Стремясь повысить мощность двигателя Отто, русский конструктор *Б.Г. Луцкой* разработал и изготовил в 1885 г. четырехтактный многоцилиндровый двигатель внутреннего сгорания. Однако решающее значение для развития двигателя внутреннего сгорания имел его перевод на жидкое топливо.

В середине 1880-х гг. немецкие изобретатели *Г. Даймлер* (1834–1900) и *К.-Ф. Бенц* (1844–1929) создали типы двигателей внутреннего сгорания, работающих на бензине, и применили их на безрельсовом транспорте.

В конце 1880-х гг. проект бензинового двигателя с карбюратором мощностью 80 л. с. разработал в России *О.С. Костович* (1851–1916) и предложил применять этот двигатель для дирижабля («аэроскафа»).

В 1896–1897 гг. немецкий инженер *Р. Дизель* (1858–1913) создал новый тип двигателя внутреннего сгорания с самовоспламенением от сжатия, рассчитанный на тяжелое жидкое топливо, который получил имя изобретателя.

В 1913 г. дизель-моторы стали производиться на рынок. В том же году для ведения переговоров Дизель, взяв с собой наиболее секретные документы по изготовлению двигателя, отплыл в Англию. Однако до Англии он не добрался, а бесследно исчез с палубы корабля при неизвестных обстоятельствах. Высказывались подозрения, что он погиб от рук агентов немецкой

разведки, опасавшейся продажи Дизелем его секретов англичанам.

Большой вклад в усовершенствование дизельных двигателей внесли русские изобретатели. Б.Г. Луцкой проектировал и строил многоцилиндровые двигатели различного назначения – автомобильные, авиационные, судовые, лодочные. В 1896 г. *Г.В. Тринклер* (1876–1957) построил бескомпрессорный двигатель внутреннего сгорания.

В 1910 г. *Р.А. Корейво* (1852–1920) сконструировал дизельный двигатель с противоположно движущимися поршнями и передачей на два вала. *А.Г. Уфимцев* (1880–1936) разработал двухцилиндровый, а в 1910 г. шестицилиндровый карбюраторный двигатель для самолетов.

В России дизельные двигатели получили широкое распространение. Перед первой мировой войной они производились в Петербурге, Москве, Сормове, Риге, Ревеле, Воронеже и других городах.

### ***Опыты с газовыми турбинами***

Мысль о создании газовой турбины относится к концу XVIII в., но ее долго не удавалось осуществить.

В 1872 г. инженер *Штольд* запатентовал в Германии газовую турбину, но из-за низкого КПД турбины проект не был реализован.

Первую попытку создания и практического применения газовой турбины предпринял инженер-механик русского флота *П.Д. Кузьминский* (1840–1900). В 1897 г. он построил небольшую радиальную газовую турбину. Однако смерть изобретателя не позволила закончить начатую работу.

В начале XX в. французские, русские немецкие инженеры занимались конструированием газовых турбин. Однако все разработанные в тот период газовые турбины не нашли широкого применения.

### ***Электросварка***

Изобретение электросварки принадлежит двум работавшим независимо друг от друга русским ученым – *Николаю Николаевичу Бенардосу* (1842–1905) и *Николаю Гавриловичу*



*Славянову* (1854–1897). Первым запатентовал свое открытие наш земляк – Н.Н. Бенардос.

Н. Бенардос впервые в мире выдвинул идею, а затем разработал устройство для сварки металлическим электродом на переменном токе, разработал сварку в струе газа, магнитное управление дугой, сварку наклонным электродом. Он – основоположник механизации и автоматизации сварочного процесса.

Н. Бенардос родился на Украине, получил медицинское образование, но его больше привлекала изобретательская деятельность. В 1866 г. он познакомился в Париже на Всемирной выставке с П.Н. Яблочковым и увлекся идеей практического применения электричества. Н. Бенардос был очень талантлив, трудолюбив. Как и многие другие русские изобретатели, он не получал никакой поддержки. Все свои открытия он сделал на собственном энтузиазме и на собственные деньги. Н. Бенардос буквально «фонтанировал» идеями. Он создал подсвечник для свечи Яблочкова с автоматическим переключателем тока, дуговую лампу, машину для изолировки кабеля, машину для оплетки проводов, коммутаторы, реостаты и др. Главным его открытием (1882 г.) была электросварка – «способ соединения и разъединения металлов посредством действия электрического тока». Изобретатель назвал свое изобретение «электрогефест» (Гефест – древнегреческий бог огня). Патент на свое изобретение он получил в 1886 г. Бенардос изобрел не только способ сварки угольной дугой, но, по существу, все основные способы дуговой электрической сварки, применяющиеся ныне.

Для закрепления электродов и поддержания дуги Бенардос придумал и разработал различные устройства, названные им электропаяльниками. Его простейший вид электродержателя для угольного электрода сохранил свой вид до наших дней.

Н.Н. Бенардос также впервые применил электромагнит для закрепления сварных изделий в желаемом положении и разработал магнитное управление дугой. Стремясь увеличить площадь нагрева и создать защитную среду в зоне сварки, Бенардос применил сварку в струе газа. (Но этот метод нашел применение почти полвека спустя и необоснованно назван американцами «способом Александра».)

Н.Н. Бенардос с одинаковым азартом работал как над грандиозными изобретениями, так и над бытовыми мелочами. Он изобрел консервную банку, трехколесный велосипед, винтовую пробку, цифровой замок для сейфа, переносные складные балкончики для мытья окон<sup>33</sup>. Среди изобретений Н. Бенардоса можно найти и быстроходный пароход с воздушным шаром, и тормоз для железных дорог, водяные лыжи с механическим двигателем, металлические шпалы и стиралку-выжималку. К сожалению, почти ничего, за исключением «электрогефеста» и еще нескольких изобретений, не нашло практического применения.

### ***Идея использования атомной энергии***

Одной из важнейших составных частей переворота в естествознании конца XIX – начала XX в. явились успехи атомной физики после открытия в 1898 г. супругами Пьером и Марией Кюри явлений радиоактивного распада и разработки Э. Резерфордом и Ф. Содди в 1903 г. общей теории радиоактивности.

У колыбели нового учения о строении атома и его превращениях стояли крупнейшие ученые. Теоретические результаты их исследований имели поистине революционный характер. Однако очень долго обнаружение колоссальной энергии, кроющейся в атомах, не приводило ученых к мысли о практических возможностях ее использования.

Отчасти это было связано с тем, что тогда был известен лишь естественный распад радиоактивных веществ, а установок для осуществления искусственной радиоактивности не существовало. Следует отметить, что и значительно позже, после постройки первого циклотрона (1932) и доклада Фредерика и Ирэн Жолио-Кюри об открытии искусственной радиоактивности (1934), Э. Резерфорд высказывал сомнения, что получение ядерной энергии в количествах, достаточных для практического

---

<sup>33</sup> В мае-июне 2011 г. в Ивановском художественном музее прошла интересная выставка «Монтаж. XX век». Среди различных экспонатов, рядом с картинами, органично смотрелись чертежи Н.Н. Бенардоса. Они настолько красиво, изящно выполнены, что представляют не только научно-техническую, но и художественную ценность.

использования, когда-либо будет возможным. Не была ли такая позиция знаменитых ученых вызвана предчувствием того, что капиталистический мир использует эту энергию прежде всего в военных, а не в созидательных целях? Не хотелось ли им задержать атомного джина в лабораторных стенах, чтобы он дольше не угрожал человечеству?

### *Электрический свет*

В.В. Петров создал вольтову дугу, но она не применялась, т. к. дуга требовала сильного тока, но в 1876 г. *Петр Николаевич Яблочков* (1847–1894) преобразил эту дугу.

Простые решения очень характерны для русской инженерной мысли. Это особенно ярко видно на примере Яблочкова. Основная трудность при работе с вольтовой дугой Петрова заключалась в том, что по мере сгорания углей расстояние между ними увеличивалось и вольтова дуга погасала. Яблочков нашел гениально простое решение: он изменил расположение углей, поставив их рядом, а не против друг друга, как они располагались обычно. При таком параллельном расположении угли, сколько бы ни горели, оставались на одном расстоянии друг от друга и вольтова дуга не затухала, пока угли не сгорали до конца. Благодаря такому размещению углей они имели вид горящей свечи, и сконструированная русским инженером лампа получила наименование «свечи Яблочкова» (рис. 5, а).

«Свеча Яблочкова» быстро завоевала признание. В 1880-х гг. она освещает улицы Парижа, Рима и Лондона. Она светит в Персии и Камбодже. «Свет приходит к нам из России», «Россия – родина света», писали газеты, т. е. Яблочков создал практически применимую систему освещения.

В это же время *Александр Николаевич Ладыгин* (1847–1923) разрабатывает совершенно другой способ использования электрической энергии для освещения. Он создает *лампу накаливания*. В 1873 г. он продемонстрировал ее в действии. Устройство лампы было следующее: между двумя концами толстой медной проволоки был укреплен стерженок из прокаленного ретортного угля, который помещался в герметическом баллоне, а затем в лишенной кислорода атмосфере продолжал светиться в продолжение одного часа (рис. 5, б).

Аналогичные опыты проводились и до него, но проволока в лампах мгновенно сгорала. Ладыгин установил, что причина этого заключалась в неоднородности свойств используемых для накаливания стерженьков и нитей. То место, где сопротивление электрическому току было наибольшим, нагревалось особенно сильно. Возникающий перекал приводил к быстрому перегоранию нитей. Ладыгин сумел изготовить однородные угольные стерженьки, прокаливая дерево в угольном порошке при малом доступе воздуха.

В 1875–1876 гг. лампы Ладыгина стали применяться на практике. Но сделать лампу еще более долговечной Ладыгин не смог, т. к. товарищество электрического освещения не давало изобретателю средств для продолжения опытов. Ладыгин не имел средств даже для того, чтобы запатентовать лампу в Америке.

В 1877 г. лампу увидел *Т.А. Эдисон* (1847–1931), усовершенствовал ее и взял на нее патент (рис. 5, в).

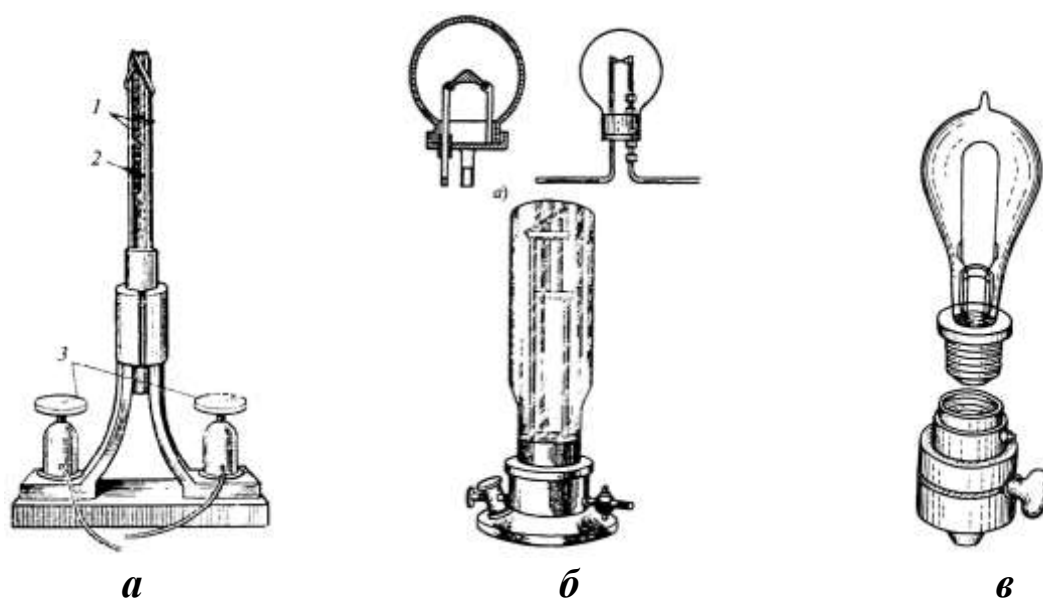


Рис. 5. «Электрическая свеча» Яблочкова (а), лампа накаливания Ладыгина (б), лампа накаливания Эдисона (в)

В 1890 г. Ладыгин сделал еще одно крупное изобретение: создал лампу с нитью из молибдена. А еще позже он взял патент на лампу с вольфрамовой нитью – лампу наших дней.

Эдисон Томас Алва был выдающимся изобретателем, который, как сейчас говорят, «сделал себя сам»<sup>34</sup>. Он родился в маленькой деревушке Майлон в штате Огайо (США). По семейной традиции он ходил в школу лишь несколько месяцев. Мать занималась с ним дома. В 12 лет он стал продавать газеты. Во время гражданской войны в США (1861–1865 гг.) он стал работать телеграфистом. Здесь и были сделаны его первые изобретения. Он рано понял, что верное богатство – не в золоте, цены на которое в то время сильно колебались, а в технических нововведениях. Вместе со своим компаньоном он вступил на путь изобретательства. Они называли себя «инженерами-электриками». Первой их задачей было усовершенствование биржевого телеграфа.

«Изобретения по заказу» приносили Эдисону много денег. В течение жизни Эдисон получил 1093 патента на изобретения – такого количества не получал ни один человек. Он усовершенствовал пишущую машинку, телефон А. Белла, создал фонограф, как уже упоминалось выше, предложил и внедрил промышленный образец лампы накаливания (данный образец имел изобретенный Эдисоном патрон и цоколь с винтовой нарезкой) и др. В 1883 г. он сконструировал самые мощные для того времени электрические генераторы. По проекту Эдисона в Нью-Йорке была построена первая в мире электростанция постоянного тока общественного пользования (1882).

Эдисон также принимал участие в производстве и организовал несколько промышленных компаний. Самой главной из них стала компания General Electric.

Он дожил до старости, но не прекращал работы. С 1887 г. и до конца жизни возглавлял организованный им изобретательский центр. В этот период он усовершенствовал фонограф и кинокамеру, создал прибор, явившийся прототипом диктофона, аппарат для записи телефонных разговоров, изобрел железнодорожные тормоза и др.

На его могиле в Менло Парке, где была его первая лаборатория, в каменную глыбу врезана бронзовая доска с надписью «Здесь Томас Алва Эдисон начал свою службу человечеству с целью облегчить его путь к прогрессу». Эдисон был фанатиком труда, но не его рабом. Он любил музыку, сам отлично играл на скрипке. Читал научные и общелитературные журналы. Его личная библиотека состояла из 60 тыс. книг и журналов на английском, французском, итальянском и немецком языках.

### ***Техника средств связи. Электрический телеграф***

В конце XIX в. получила развитие и такая отрасль электротехники, как техника средств связи. Первым электротехни-

---

<sup>34</sup> Подробнее см.: Кравченко А.Ф. История науки и техники. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – С. 238–241.

ческим устройством, предназначенным для широкого практического использования, явился электрический телеграф. Создателем первого электромагнитного телеграфа можно назвать *П.Л. Шиллинга* (1786–1837). Над своим изобретением П.Л. Шиллинг работал в 1828–1832 гг. В этом аппарате впервые был введен в область электрической передачи кодированный сигнал, что положило начало кодоимпульсному методу, который широко применяется в современной телемеханике.

В процессе разработки подводной телеграфной линии Петергоф – Кронштадт (1837 г.) Шиллингом был впервые применен каучук для изолирования подводного кабеля, а также указана возможность использования воды или земли в качестве обратного привода.

После Шиллинга усовершенствованием телеграфного аппарата занимались многие изобретатели, но наиболее широкое применение получил телеграф *С. Морзе* (1791–1872).

Заслуживает внимания разработанный Б.С. Якоби принцип электрической синхронно-синфазной связи, являющийся одним из фундаментальных принципов современной техники дистанционной передачи и следящего электропривода.

В середине XIX в. были разработаны конструкции буквопечатающих телеграфов (1850 г. – Якоби, 1855 г. – Юз).

В это время была существенно усовершенствована аппаратура проволочного телеграфа, а к концу 1880-х гг. были выполнены большие работы по конструированию и практическому применению телефонной аппаратуры. Изобретатель телефона – американец *А.Г. Белл* (1847–1922), получивший первый патент в 1876 г. Микрофон, отсутствовавший в аппарате Белла, был изобретен Т. Эдисоном и независимо от него англичанином *Д. Юзом* (1831–1900). Телефонная связь стала быстро распространяться во всех странах мира. Первая телефонная станция в США была построена в 1877 г.

### **Изобретение радио**

Одним из важнейших достижений НТР является изобретение радио – беспроводной электросвязи, основанной на использовании электромагнитных волн. Эти волны впервые были обнаружены немецким физиком Г. Герцем. Практическое создание такой связи осуществил русский ученый *А.С. Попов* (1859–1905), продемонстрировавший 7 мая 1895 г. первый в мире радиоприемник (рис. 6).

А.С. Попов свое изобретение не запатентовал, а итальянский инженер *Г. Маркони* в 1896 г. запатентовал способ передачи электрических импульсов без проводов. Он имел значительную материальную поддержку от английских промышленников. Это позволило ему в 1899 г. осуществить передачи через Ла-Манш, а в 1901 г. – через Атлантический океан.

### **Зарождение электроники**

В начале XX в. родилась еще одна отрасль электротехники – электроника.

В 1904 г. английским ученым *Джоном Амброзом Флемингом* (1849–1945) была разработана двухэлектродная лампа (диод), которая могла использоваться для преобразования частот электрических колебаний. В 1907 г. американский конструктор *Ли де Форест* (1873–1961) предложил трехэлектродную лампу (триод), с помощью которой можно было не только преобразовывать частоту электрических колебаний, но и усиливать слабые колебания. В 1912 г. американский изобретатель и инженер-электрик *Эдвин Говард Армстронг* (1890–1954), в возрасте 22 лет, изучая, как работает электронная лампа Фореста, использовал ее в необычном виде. Он взял электрический сигнал, полученный с выхода усилительной лампы, и подал его обратно на вход. И так снова и снова, каж-

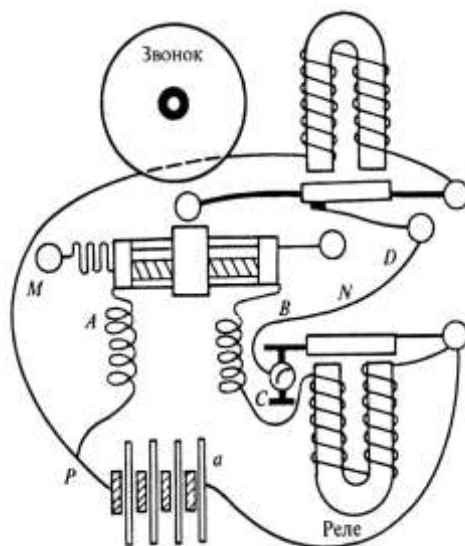


Рис. 6. Схема радиоприемника А.С. Попова

дый раз увеличивая мощность. Он назвал это явление «регенерацией». Так был создан основной активный вакуумный элемент. С его создания начался первый период современной электроники – вакуумной электроники.

Начало промышленной электроники было положено введением ртутных выпрямителей для преобразования переменного тока в постоянный.

Таким образом, промышленное применение электрической энергии, строительство электростанций, расширение электрического освещения городов, развитие телефонной связи и т. д. обусловили быстрое развитие электрической промышленности.

## **Выводы**

1. В конце XIX – начале XX в. многие страны мира переживали период научно-технической революции (НТР). НТР охватила различные сферы промышленного производства. Результатом НТР стало изменение в технике и технологии производства, реконструкция машинной индустрии, развитие энергетики.

2. НТР привела к появлению многих новых отраслей производства. Это электротехническая, химическая, автомобильная промышленность, самолетостроение и т. д.

3. На основе развития электротехники была создана новая электрическая основа промышленности и транспорта, т. е. решена крупнейшая техническая проблема. Предпосылками ее решения были: а) создание нового двигателя; б) передача электроэнергетики на значительные расстояния.

4. Большую роль в развитии электротехники сыграл М.О. Доливо-Добровольский, создавший асинхронный трехфазный электродвигатель и изобретший систему трехфазного переменного тока. В 1891 г. он вместе с инженером Броуном организовал передачу электроэнергии на расстояние 170 км от Лауфена-на-Некаре до Международной электротехнической выставки во Франкфурте-на-Майне. Это событие можно считать началом современной электрификации.



5. Конец XIX – начало XX в. – время выдающихся изобретений, многие из которых были сделаны российскими учеными и инженерами. Так, Н.Н. Бенардос и Н.Г. Славянов независимо друг от друга открыли явление электрической дуги; П.Н. Яблочков и А.Н. Ладыгин изобрели лампы электрического освещения, А.С. Попов – радио.

### Список литературы

1. **Виргинский, В.С.** Очерки истории науки и техники, 1870–1917 гг. / В.С. Виргинский, В.Ф. Хотеевков. – М. : Просвещение, 1988. – 304 с.
2. **Ефимов, А.В.** Сильнее Геркулеса / А.В. Ефимов. – М. : Советская Россия, 1976.
3. **История физики и химии в основных событиях** (по В. Штайну, Д. Кларку и др.) / авт.-сост. А.Д. Егоров. – Иваново : Изд-во ИГХТУ, 2010. – 448 с.
4. **Крыштановская, О.В.** Инженеры: становление и развитие профессиональной группы / О.В. Крыштановская. – М. : Наука, 1989. – 144 с.
5. **Пономарева, Т.А.** Великие ученые / Т.А. Пономарева. – М. : ООО «Издательство АСТ»; ООО «Издательство Астрель», 2002. – 527 с.
6. **Шнейберг, Я.А.** История выдающихся открытий и изобретений (электротехника, электроэнергетика, радиоэлектроника) / Я.А. Шнейберг. – М. : Изд. дом МЭИ, 2009. – 118 с.
7. **Шнейберг, Я.А.** Титаны электроэнергетики: Очерки жизни и творчества / Я.А. Шнейберг. – М. : Изд-во МЭИ, 2004.

## ЛЕКЦИЯ 6

### Высшая инженерно-техническая школа России во второй половине XIX – начале XX в.

#### План

1. Становление национальных образовательных школ.
2. Образование в России.
3. Выпускники высшей школы.
4. Образование российских самодержцев.
5. Женщины в энергетике.

#### 1. Становление национальных образовательных школ

XIX век – это век бурного промышленного подъема, развития науки и техники, роста культуры и просвещения. Под влиянием научно-технической революции возросла потребность в инженерах. Это привело к открытию новых высших инженерно-технических учебных заведений во многих странах мира. При этом образовательная политика различных государств учитывала уже имеющиеся в стране традиции просвещения, особенности развития экономики, политики и культуры. В результате в образовательном процессе стали явно заметны национальные особенности.

Самой молодой из ведущих держав мира были **Соединенные Штаты Америки**. Серьезное внимание образованию уделялось правительством этой страны с момента ее возникновения, но особенно ярко это стало проявляться после гражданской войны 1861–1865 гг. С этого времени возрастают денежные ассигнования на образование, увеличивается продолжительность обучения, складывается децентрализованная система управления.

В XIX в. в США стали открываться политехнические институты. К концу 1850-х гг. количество специализированных высших учебных заведений заметно возросло. В Нью-Йорке был основан Бруклинский политехнический институт, в штатах Пенсильвания, Мериленд, Мичиган появились высшие сельско-

хозяйственные школы, в 1861 г. был создан Массачусетский технологический институт. Однако отношение к этому новому типу образования в большинстве элитных университетов было крайне пренебрежительным. К поступающим на естественный факультет предъявлялись более низкие требования, чем к поступающим на классический; срок обучения «естественников» был короче (3 года), они считались студентами второго сорта. В Йельском университете этим студентам даже запрещалось сидеть рядом с «академическими» студентами во время службы в церкви. В 20 наиболее известных университетах, включая Гарвардский, даже в конце 1860-х гг. 4/5 учебного времени отводилось на изучение древних языков и религиозных доктрин, проявлялось явное пренебрежение естественными науками, математикой.

В XIX в. уже стали четко видны четыре *характерные черты американского образования*:

1. *Четкая дифференциация на основе способностей.* Т. Джефферсон, просветитель и будущий президент, считал обязательным условием отбор «наиболее талантливых мальчиков». Такие ученики освобождались от платы, их обучали за государственный счет. Благодаря такой системе достойных и талантливых отыскивали во всех слоях общества. Между тем высшее образование не было массовым. Считалось, что лишь 15 % населения США имеют такой уровень интеллектуального развития, который позволяет получить высшее образование. Вопрос о том, какой тип образования лучше – «массовый» или «элитарный» – до сих пор остается дискуссионным. Однако в качестве безусловно положительного аспекта американского образования можно назвать систему подготовки культурной научной элиты. «Если мы не найдем и не подготовим гениев, наше общество низвергнется в варварство»<sup>35</sup>, считали в США. Предполагалось, что лишь 15 % населения США имеют такой уровень интеллектуального развития, который позволит им получить высшее образование. Акцент был сделан на подготовку научной элиты.

---

<sup>35</sup> Миронов В.Б. Век образования. – М., 1990. – С. 27.

2. *Прагматизм.* В обучении акцент делался на практические навыки, на необходимость изучать меньше геометрии, а больше деловой арифметики; меньше ботаники и французского, а больше и лучше машинописи. Основной целью обучения считалась подготовка человека к практической деятельности.

3. *Соревновательность.* Платность обучения повышала чувство ответственности, заставляла больше ценить полученные знания.

4. *Умение и готовность учиться всему ценному и полезному.* Американская школа переняла опыт Германской высшей школы, где исследовательские институты работали в тесном контакте с профессорами высшей школы. Передовым американским университетом был Корнельский. Здесь была создана связь всех звеньев образования: начальная и средняя школа, колледж, университет. Здесь же был усилен профессиональный акцент в образовании, обращалось внимание прежде всего на уровень подготовки инженеров, агрономов, агротехников, историков. Студенты имели право свободного выбора специальных дисциплин, сужено было изучение общеобразовательных курсов. Однако негативным моментом был ярко выраженный профессионализм в ущерб широкой эрудиции.

**Германия.** Интенсивный рост германской промышленности ускорил становление и развитие специального образования. В Мюнхене, Ганновере, Аахене и др. городах возникают высшие технические и профессиональные школы. Зарождаются многочисленные научные общества и академии. В начале XX в. в Германии насчитывалось 60 тыс. народных школ, десятки университетов и технических вузов. Получаемое немцами образование было весьма добротным и основательным. «Исключительное трудолюбие, уважение к своему и чужому труду, строгий пиетет перед знаниями, немецкая точность и пунктуальность во всем создали немецкую школу»<sup>36</sup>.

Характерными чертами германского образования были: дисциплина и самодисциплина; широкое классическое школьное образование; прагматические критерии в высшем образова-

---

<sup>36</sup> Миронов В.Б. Век образования. – М., 1990. – С. 28.

нии. В результате немецкая школа во многом создала немецкий характер – трудолюбивый, дисциплинированный.

**Англия.** В Англии, в связи с развитием капитализма, нужны были инженеры. Следовательно, кроме университетов появляются институты, готовящие профессиональных инженеров.

Дж. Стефенсон, известный изобретатель паровоза, основал в 1847 г. институт инженеров-механиков. Вскоре появились институт морских архитекторов, институт инженеров-электриков и т. д.

Особенностью высшего образования в Англии было то, что здесь подготовка инженеров осуществлялась *двумя путями*.

1-й путь – прохождение курса в одном из высших технических учебных заведений. Для получения звания инженера необходимо два года обучаться в институте, затем – 1 год практики. После этого выпускник получает звание бакалавра. Затем, по желанию, еще 3 курса обучения и получение звания бакалавра инженерных наук.

2-й путь – выпускник школы работает рабочим и получает некоторую теоретическую подготовку в вечерней или воскресной школе и практический опыт работы на заводе. После он может поступить в одно из технических обществ, которое выдает после нескольких лет обучения диплом на звание инженера.

**Япония.** Уже в XVI в. уровень образования японцев ни в чем не уступал европейскому. В XIX в. все жители этого государства умели читать и писать.

Современная история Японии начинается с революции Мэйдзи (1867–1868 гг.). К власти пришло буржуазно-дворянское правительство, приступившее к решительным социально-экономическим и культурным преобразованиям. В 1868 г. в Японии был издан декрет, содержащий призыв: «Давайте искать знания во всем мире!». В 1872 г. Япония обратилась к США с просьбой «дать совет и информацию» для создания развернутой программы полной перестройки дела образования. Перестройка шла около 20 лет. При этом в первую очередь развивались естественные науки и прикладная техника. Бурными темпами развивалась высшая техническая школа. В 1871 г. был создан Технологический колледж, преобразованный

в 1877 г. в Технологический институт. В том же году открылся Токийский университет. В 1904 г. в Японии было только два университета, но в начале XX в. государственные университеты были открыты еще в ряде городов (Кюсю, Тохоку, Хоккайдо и др.). Наука и образование стали рассматриваться как инструменты, с помощью которых можно было ускорить создание «богатого государства и сильной армии».

## **2. Образование в России<sup>37</sup>**

Развитие капитализма превращало образование, науку и технику в важный фактор социально-экономического и культурного развития России. НТР конца XIX в. заставляла правящие круги задуматься о расширении сети высших учебных заведений, о создании условий для развития науки и внедрения изобретений в практику.

Однако по традиции царизм высоко ценил учебные заведения, ориентированные на интересы дворянства, а именно на те, что готовили чиновников, военных, духовенство. Особым покровительством царя пользовались кастово-дворянские учебные заведения – Александровский лицей, Училище правоведения, Кадетский морской корпус.

В правительстве работали и прогрессивные люди. Так, министр финансов С.Ю. Витте начал индустриализацию России, т. е. превращение страны из аграрной в индустриальную. При нем быстро развивалось железнодорожное строительство, промышленность. По темпам роста производства в начале XX в. Россия стала занимать первое место в мире! Бурно развивающейся стране остро нужны были кадры специалистов, в первую очередь инженеров.

Одним из зримых показателей научно-технического и экономического прогресса России конца XIX – начала XX в. было внедрение в ее быт телефонно-телеграфной связи и электроэнергетики. «Электрическое освещение вводится теперь не только в городах, но даже в местечках, на фабриках, заводах и

---

<sup>37</sup> Раздел подготовлен на основе: Иванов А.Е. Высшая школа России в конце XIX – начале XX века. – М., 1991. – С. 58–74, 253–315.

других промышленных заведениях. В некоторых городах начинают устраивать электрические трамваи, на железных дорогах вводят электрическую сигнализацию», – констатировал в 1898 г. председатель электротехнической группы Московского отделения Русского технического общества М.Е. Кульчинский. И добавил: «Вместе с тем у нас чувствуется крайний недостаток в русских электротехниках, и все более крупные и серьезные электрические установки рассчитываются заграничными инженерами и производятся под их непосредственным наблюдением». Поэтому правительство вынуждено было открывать новые вузы, принимать в них лиц разных сословий.

К концу XIX в. был открыт Петербургский электротехнический институт (1898 г.), Киевский и Варшавский политехнические институты (1898 г.), политехнический институт в Санкт-Петербурге (1902 г.) и Новочеркасске (1906 г.). Однако этого было очень мало для такой огромной страны, как Россия. В XIX в. здесь было только 15 высших инженерно-технических учебных заведений, в которых обучалось немногим более 6 тыс. человек.

Если сравнить показатели по количеству студентов всех вузов России и мира, то сразу видно отставание нашего государства по уровню развития высшего образования от развитых стран Европы. В 1895 г. на 100 тыс. населения России было 16 студентов, в Италии и Германии – по 50, во Франции – 46. В 1908 г. этот показатель в России возрос до 36, а в Германии – до 114, в Австрии – до 102. В 1917 г. на 100 тыс. российского населения приходилось только 88 студентов.

*Обучение студентов* в первой половине – середине XIX в. осуществлялось в основном по зарубежной методике с использованием отечественных практических навыков. Однако постепенно складывалась российская школа подготовки инженеров. Учебные планы высших технических учебных заведений пересматривались в сторону увеличения объема естественных знаний и усиления социальных аспектов инженерного обучения студентов. Расширение форм профессиональной подготовки проводилось в направлении более углубленного изучения возможностей применения теоретических законов к потребностям

производства. Усиливалась политехнизация образования, создавались междисциплинарные курсы на стыке специальных, гуманитарных и социально-экономических дисциплин. Что касается гуманитарных дисциплин (изучали русский язык, историю, географию, статистику, политэкономия и др.), то высшая инженерная школа стремилась расширить объем знаний в области иностранных языков, в специальных правовых и экономических дисциплинах. При этом в различных отраслевых институтах набор и объем часов, отводимых на изучение гуманитарных и социально-экономических дисциплин, мог быть различен. Это зависело от отраслевых образовательных традиций. Выпускники высших технических учебных заведений обладали значительным объемом информации по вопросам организации производства, экономическими и правовыми знаниями, необходимыми для инженерной деятельности. Хотя недостатки в преподавании гуманитарных и социально-экономических дисциплин имели место.

Между тем профессия инженера славилась в России очень высоко, поэтому в политехнические институты были большие конкурсы. На некоторые отделения Петербургского политехнического института могли поступить только претенденты, окончившие средние школы с золотой медалью. С такими студентами образование шло на высоком уровне уже на первом курсе. В первые два года студенты получали хорошую подготовку по фундаментальным предметам. Последние три года использовались для изучения инженерных дисциплин. В течение этих лет читались такие сложные курсы, как теория упругости и теория колебаний, не изучавшиеся в технических институтах других стран. От студентов требовалась определенная аудиторная работа, но большую часть времени они проводили в чертежных кабинетах.

В целом уровень подготовки студентов инженерных вузов был очень высокий. Об этом свидетельствует, в частности, то, что во всем мире славился «русский метод подготовки инженеров». Под ним понимали систему теоретической и практической подготовки инженерных кадров, сложившуюся в XIX в. в Ремесленном учебном заведении, а затем в Императорском



московском техническом училище (ныне МГТУ им. Н.Э. Баумана). «Здесь была разработана система последовательного освоения специальности путем постепенного усложнения заданий при изготовлении деталей машин. При этом учащемуся, получавшему конкретную специальность, сообщались навыки смежных машиностроительных специальностей (литейной, кузнечной и др.). Само название – «русский метод подготовки инженеров» – возникло после того, как училище продемонстрировало свой метод подготовки инженеров на ряде крупных всероссийских и международных выставок. Наибольший успех «русская система» имела на Всемирной выставке в Филадельфии (1876 г.)»<sup>38</sup>. После выставки президент Бостонского технологического института профессор математики д-р *Дж. Рункл* (1822–1902) писал, что «за Россией признан полный успех в решении столь важной задачи технического образования»<sup>39</sup>. Не меньший успех «русский метод подготовки инженеров» имел на Всемирной выставке в Париже в 1878 г., где были представлены разработанные учеными и инженерами ИМТУ станки, насосы, паровые машины, а также уникальный набор моделей, инструментов и учебных пособий.

Что касается *профессорско-преподавательского корпуса* высшей технической школы, то здесь работало много талантливых ученых, выполнявших новаторские работы в области инженерных наук. Так, например, *И.А. Вышнеградский* (1831–1895), профессор Санкт-Петербургского технологического института, посвятил себя работе в области прикладной механики. Его теория регуляторов получила известность во всем мире и послужила основой для развития важной отрасли механики, связанной с регулированием скоростей машин.

Престиж профессора в инженерных учебных заведениях был очень высок. Преимущество при занятии вакантных должностей зависело от количества опубликованных научных работ претендента. Продвижение по службе преподавателя осуществлялось также на основе научной продукции, и выслуга лет при

---

<sup>38</sup> Буланов И., Базанчук Г. Русская школа инженеров (концепция выставки) // Высшее образование в России. – 2005. – № 9. – С. 80–81.

<sup>39</sup> Там же. – С. 81.

этом не принималась во внимание. С.П. Тимошенко, написавший книгу по истории высшего инженерного образования, делает справедливый вывод о том, что научная деятельность русских инженерных учебных заведений в XIX в. была на очень высоком уровне. Россия в этот период внесла значительный вклад в развитие инженерных наук.

Кротно суть русской методики обучения инженеров можно выразить следующим образом:

1. Глубокая практическая подготовка, основанная на реальной работе студентов в различных лабораториях условиях, максимально приближенных к тем, с которыми они столкнутся на заводах и фабриках. Так, в начале XX в. Московское техническое училище получило известность благодаря созданию лабораторий термодинамики и теплопередачи. Это высшее учебное заведение было первым в мире, где началось преподавание аэродинамики, во многом благодаря деятельности такого ученого, как *Н.Е. Жуковский* (1847–1921).

2. Серьезное изучение теоретических предметов на уровне, не уступающем преподаванию этих же предметов в классических университетах.

3. Активная научная деятельность, постоянная взаимосвязь высшей технической школы с промышленностью.

«Русский метод» развивался и совершенствовался и в последующие годы. В 1976 г. в научных кругах США отмечалось 100-летие «русского метода подготовки».

Высшие технические учебные заведения видели своей конечной целью не только профессиональную подготовку, но и **гражданское воспитание** сравнительно немногочисленного, но одного из представительных по историко-культурной значимости слоев российской интеллигенции – инженеров. В конце XIX – начале XX в. численность студентов технических вузов быстро росла. По данным В.Н. Тарасовой, в 1897–1898 гг. их было чуть более 6 тыс., в 1907–1908 гг. – почти 16 тыс., в 1913–1914 – более 23 тыс.<sup>40</sup>.

---

<sup>40</sup> Тарасова В.Н. Высшая инженерная школа России (последняя четверть XVIII в. – 1917 г): автореф. дис. ... д-ра ист. наук. – М., 2000. – С. 45.

Студенты послереформенной России отличались от студентов 1870-х гг. – начала XX в. Как известно, в 1861 г. император Александр II отменил крепостное право и провел ряд реформ, вошедших в историю, как Великие реформы. Одна из них касалась системы образования. Кратко суть ее заключалась в том, что в высших учебных заведениях вводился всеобщий принцип комплектования студенческого контингента. Иными словами, в вузах могли учиться все свободные люди, которые способны были заплатить за образование. Если до Великих реформ многие инженерные вузы ориентировались в основном на детей дворян и военных чиновников, то после отмены крепостного права и последующих за этим прогрессивных реформ наметилась явная тенденция к демократизации социального состава студентов высшей инженерной школы, хотя дворянство по-прежнему продолжало ориентироваться на инженерные вузы.

В пореформенное время, как уже отмечалось, менялся социальный состав студенчества. Больше половины студентов нуждались в стипендиях, вынуждены были зарабатывать на жизнь. «Московский студент всегда немножко голодает... после обеда, остальное время – просто голодает. И, кажется, никогда студент не может сказать, положив руку на сердце: “Я сыт”. <...> Московские студенты – вечные скитальцы – цыгане квартир», писал знаток жизни российских студентов А.Е. Иванов<sup>41</sup>. Это написано в 1903 г. Но многие факты дают основание утверждать: бедность и бесприютность во все времена были спутниками российского студенчества. Численность нуждающихся во всех учебных заведениях империи по состоянию на 1913/14 учебный год составляла примерно 40 тыс. чел. (из 123 тыс. списочного состава студентов высшей школы). Следствием хронического недостатка средств у значительной части студенчества были плохое питание, неблагоприятные жилищные условия, ча-

---

<sup>41</sup> Подробнее см.: Иванов А.Е. Студенческая «самопомощь» в высшей школе Российской империи. Конец XIX – начало XX века / А.Е. Иванов // Отечественная история. – 2002. – № 5 – С. 35-37.

стые болезни, постоянные поиски грошового заработка в ущерб учебе.

Небольшая часть нуждающихся студентов пользовалась государственными стипендиями, пособиями и прочими льготами, которые чаще всего выдавались не за учебу, а за «благонадежное поведение». В целом это негативно сказывалось на успеваемости, т. к. успевающие студенты не поощрялись материально.

Чтобы облегчить себе жизнь, студенты создавали различные формы взаимопомощи. Кроме возникших в 60–90-е гг. XIX в. студенческих землячеств, бирж труда, касс и обществ взаимопомощи, студенческих столовых, после 1907 г. стали возникать учреждения кооперативного типа – потребительские общества, лавочки, магазины, издательства учебных пособий, студенческие столовые. В лавочках и магазинах торговали предметами первой необходимости по более низким, чем в розничной торговле, ценам. Достигалось это благодаря тому, что товары покупались оптом по льготной цене и магазины чаще всего устраивались в общежитиях и не платили за аренду. Активно работали студенческие издательства. Часто они издавали лекции профессоров и другую учебную литературу и снабжали ими студентов со значительными скидками. Чисто студенческими организациями были бюро труда, которое оказывало помощь студентам в поисках частных трудовых занятий. Бюро труда Петербургского электротехнического института объединяло 30,6 % студентов этого учебного заведения. Бюро предлагало такие виды труда, как репетитор, чертежник, статистик, разносчик рекламных объявлений, переводчик и т. д. Распространены были кассы взаимопомощи. Активно обсуждалась идея создания всероссийского студенческого банка. Проекты эти не были осуществлены, но сам факт их появления свидетельствует о возраставшем экономическом сознании студентов.

В 1860–80-е гг. *высшие учебные заведения стали центрами* самой страстной и бурной *политической жизни*. Основная масса участников общественного движения тех лет – студенты или молодые люди, недавно окончившие вузы. Одна из причин, толкавших студентов на участие в беспорядках, –

отсутствие у них всяких прав, лишение их любой возможности общения в университете во внеучебное время, постоянный контроль за ними со стороны полиции и университетской инспекции.

Действительно, администрация учебных заведений много внимания уделяла «охране» студентов от влияния политически неблагонадежных элементов. А.Е. Иванов так описывает обстановку в высшей школе России конца XIX – начала XX в.: «Абитуриенты должны были предъявлять свидетельство о политической благонадежности из местного полицейского участка, а также выписку из школьного кондуита о своем поведении, причем неблагожелательные отзывы полиции и гимназического инспектора сразу же отрезали пути к поступлению в высшее учебное заведение. Став студентом, молодой человек получал входное свидетельство, возобновлявшееся каждое полугодие после внесения платы за обучение. Другим обязательным документом был вид на жительство, который давал право проживать в городе, где учился его владелец. Студент был ограничен в праве на передвижение. Разрешение на отъезд в другую местность, скажем к родителям, во время каникул, он каждый раз испрашивал у учебного начальства, а оно согласовывало свое решение с полицией.

Нарушители правил внутреннего распорядка в высших учебных заведениях подвергались неотвратимому наказанию (выговор, временное увольнение, исключение с правом или без права обратного приема и поступления в другое учебное заведение). Каждое высшее учебное заведение имело свою внутреннюю “полицию”, состоящую из штатных инспекторов и их помощников. <...> Непосредственное наблюдение за порядком в помещениях высших учебных заведений возлагалось на вольнонаемных служителей-педелей, как правило, из отставных солдат и унтер-офицеров. Главная функция педелей заключалась в слежке за студентами с целью обнаружения их “недозволенных” сборищ<sup>42</sup>. Педали следили как за посещением студентами занятий, так и за их внешним видом. На вешалке у

---

<sup>42</sup> Подробнее см.: Иванов А.Е. Высшая школа России в конце XIX – начале XX века. – С. 253–315.

каждого студента было определенное место, и педель мог немедленно установить, кто пропускает лекции, если на соответствующем месте не висело пальто. За приход в университет без формы могли сразу посадить в карцер. Но порой форменная одежда в гардеробе «присутствовала», а самого студента на лекции не было. Поэтому для проверки, в частности, посещения студентами занятий педель мог зайти в аудиторию и посмотреть, все ли на месте. Инспектора, суб-инспектора и педели должны были знать «своих» студентов в лицо. Если же у него возникали сомнения, то время от времени «контролеры» посещали секретную комнату, где висели фото всех студентов.

Следили они за ними и во внеучебное время. Обязательная студенческая форма (в каждом учебном заведении своя) облегчала наружное наблюдение за студентами. В одной из студенческих листовок 1900 г. можно прочитать, что администрация крайне подозрительно относилась «ко всякой непьяной студенческой кампании»; подозрения не вызывали лишь собрания учащихся в «заведениях низшего разбора» (ресторан, пивная, оперетка и пр.). Правила для студентов университетов гласили о том, что студентам воспрещается принимать участие в каких бы то ни было тайных обществах и кружках, как-то: землячествах и т. п., хотя бы не имевших преступной цели, а равно и вступать даже в дозволенные законом общества без испрошения на то в каждом отдельном случае разрешения университетского начальства.

Основным видом наказания было помещение в карцер, но применялись и другие. Так, помощник попечителя МГУ граф Панин приказал обрить наголо двух студентов, отрастивших бороды. С 1899 г. студентов, участников беспорядков, могли отдавать в солдаты.

Однако все попытки оградить учащуюся молодежь от антиправительственных настроений не увенчались успехом. Высшая школа является социокультурной системой, в которой ярко проявляются все те процессы, которые происходят в обществе. В начале XX в. в России складывалась революционная ситуация. В ходе революции 1905–1907 гг. царь Николай II издает 17 октября 1905 г. Манифест, по которому разрешает создание

политических партий. Социал-демократические партии (РСДРП, эсеры) были созданы несколько раньше нелегально, а теперь, как грибы после дождя, росли и множились либеральные и консервативные партии. К 1914 г. их насчитывалось около 60. В них принимали активное участие студенты, как наиболее активная, образованная часть общества. В годы первой русской революции в некоторых учебных заведениях на революционно-демократических позициях стояло около 75 % студентов. За либералами шло примерно 10 % студентов. Странниками консерваторов были 5 % студентов. Часть молодых людей занималась только учебой и в общественном движении не участвовала.

### **3. Выпускники высшей школы**

В конце XIX – начале XX в., несмотря на рост числа высших инженерных вузов, специалистов-механиков, энергетиков и др. не хватало. «Все директора высших учебных заведений завалены просьбами прислать инженеров, – говорил в 1896 г. директор Харьковского технологического института. – Мы находимся в невозможности удовлетворить эти просьбы»<sup>43</sup>. Особенно большой спрос в связи с быстрым развитием телефонно-телеграфной сети, внедрением в промышленность и быт электроэнергии был на инженеров-электротехников, подготовка которых была сосредоточена в Петербургском электротехническом институте, который не справлялся с обеспечением подготовки инженеров-электротехников. Особенно остро их нехватка проявилась в годы первой мировой войны.

После окончания вузов примерно 70 % выпускников трудились на производстве. Нередко они занимали видные посты управляющих заводами, фабриками, работали главными инженерами, председателями управлений. Среди них были совладельцы предприятий, держатели акций и пр. Часть выпускников становились чиновниками, т. к. заработная плата там была намного выше, чем на производстве. Особенно склонны были к

---

<sup>43</sup> Иванов А.Е. Высшая школа России в конце XIX – начале XX века. – С. 317.

чиновничьему поприщу выпускники столичных вузов. Однако и выпускники-провинциалы были не в накладе. Перед ними открывались широкие горизонты частнокапиталистической деятельности.

Профессия инженера в конце XIX – начале XX в. была дефицитной, высокооплачиваемой и престижной. В народе существовала легенда о талантливом инженере, добившемся благодаря трудолюбию блестящей карьеры. В целом, авторитет инженеров в российском обществе был высок, что было связано со значением его труда в прогрессе общества. Социокультурный облик российского инженера отличался от западного. В России, во многом благодаря традициям российской интеллигенции, «образованное меньшинство» считало себя обязанным служить народу, честно и добросовестно выполнять свой профессиональный долг.

На Западе к этому времени сложилась определенная культура профессии, ядро которой составлял *технизм*, т. е. вера в неограниченные возможности техники в решении любых задач. В то же время управленческие, социальные функции не входили в сферу инженерной деятельности, следовательно, инженеры снимали с себя ответственность за последствия инженерной деятельности, были политически индифферентны, они как бы оказывались вне морали и вне политики. Высокая миссия инженера сводилась к качественному, добросовестному выполнению задачи, поставленной заказчиком. Формировалась *этика ограниченной ответственности*. Признавая за собой ответственность за развитие производства, новые инженеры игнорировали все, что было связано с человеческим фактором. Их не волновало, что какое-то усовершенствование или изобретение приведет к уменьшению заработной платы рабочих или сокращению рабочих мест. По выражению Мертона, гражданское «Я» у инженеров растворялось в профессиональном «Я».

С развитием инженерной профессии развивалась и философия техники. Главным ее постулатом была теория о том, что научное и механическое мировоззрение – это синонимы. Научное отношение к миру и есть отношение к миру как механизму.



Механистическая философия легла в основу *технократизма*, основоположником которого является крупнейший американский экономист и социолог Т. Веблен. Веблен обосновывает положение о том, что система частной собственности не соответствует более уровню технического прогресса и должна смениться системой рационального планирования, осуществляемого в интересах общества инженерами и учеными. Суть технократизма в том, что его сторонники начинают мыслить рационально, становятся выше понятий добра и зла, воспринимая человека как средство для получения материальных благ и умножения капитала, который можно использовать более или менее эффективно.

#### **4. Образование российских самодержцев**

Необходимо остановиться на воспитании и образовании российских самодержцев, т. к. от их образовательного и культурного уровня во многом зависит и отношение населения страны к культуре и науке, осознание их огромного созидательного значения. В России традиционно образованию детей царской фамилии уделяли большое внимание. Воспитание членов династии отличалось строгостью и подчас даже жестокостью. Приведем отрывок из воспоминаний представителя младшей романовской линии – великого князя Алексея Михайловича, выросшего на Кавказе. «До пятнадцатилетнего возраста мое воспитание было подобно прохождению строевой службы в полку. Мои братья, как и я, спали на узких железных кроватях с тончайшими матрацами, положенными на деревянные доски... Нас будили в шесть часов утра. Мы должны были сейчас же вскакивать, так как тот, кто рискнул бы “поспать еще пять минут”, наказывался самым строжайшим образом. Мы читали молитвы, стоя в ряд на коленях перед иконами, потом принимали холодную ванну. Наш утренний завтрак состоял из чая, хлеба и масла. Все остальное было строго запрещено, чтобы не приучать нас к роскоши. Затем шел урок гимнастики и фехтования...». Почти подобным же образом воспитывали девочек. Сестра Николая II, великая княгиня Ольга Александровна,

вспоминала: «Спали на походных кроватях с волосяными матрацами, подложив под голову тощую подушку... Все мы (дети Александра III) питались очень просто. К чаю нам подавали варенье, хлеб с маслом и английское печенье. Пирожные мы видели очень редко... Ели мы все, что нам давали»<sup>44</sup>.

Образовательный стандарт с годами, разумеется, менялся. Неизменным оставалось свободное владение, как правило, несколькими иностранными языками. Обычно учебная программа Романовых разделялась на восьмилетний период. Она состояла из уроков Закона Божьего, истории Православной церкви, сравнительной истории других исповеданий, русской грамматики и литературы, истории иностранной литературы, мировой истории, географии, математики (включавшей в себя арифметику, алгебру, геометрию, тригонометрию), иностранных языков, музыки. Кроме того, юношей царского рода учили обращению с огнестрельным оружием, верховой езде, фехтованию и штыковой атаке. Обучение завершалось экзаменами.

Некоторые члены царской фамилии имели хорошие технические знания. Так, император Николай I (1825–1855) имел некоторую военно-инженерную подготовку. До своего воцарения он был шефом гвардейского саперного батальона. В годы его правления в России был осуществлен ряд масштабных научных и технических проектов: началось строительство железных дорог и телеграфных линий, проводились систематические работы по электричеству и электротехнике; было организовано русское географическое общество.

## **5. Женщины в энергетике**

К началу XX в. женщины России добились того, что они могли учиться в вузах. Единственной областью, куда путь им оставался закрытым, была область техники. В возможность высшего технического образования для женщин в то время мало кто верил. «Особенно дикой, – вспоминает профессор В.Я. Курбатов, – казалась мысль о женщинах-архитекторах, по-

---

<sup>44</sup> Подробнее см.: Власть и интеллект в императорской России. Дискуссия // Отечественная история. – 2005. – № 4.

тому что «взбираться по лестнице трудно при длинных юбках», которые носили в то время<sup>45</sup>.

Наконец, в 1906 г. в Петербурге открылись *Женские политехнические курсы*. Громадную роль в деле просвещения сыграла революция 1905 г. Напуганное правительство прошло на уступки. В августе университеты, получившие автономию, открыли прием женщин на правах вольнослушателей. Предполагалось создать 4 факультета: архитектурный, инженерно-строительный, электромеханический, химический.

Занятия начались 15 января 1906 г. Преподавание велось по предметной системе, экзамены можно было сдавать в течение всего года. Обучение на первых двух курсах велось по общей для всех слушательниц программе.

Учебный план электромеханического факультета был весьма обширным. В нем предусматривались дисциплины теоретической и прикладной механики и электротехники. Начиная со второго курса обучения много времени уделялось курсовым проектам по котлам, паровым турбинам или машинам, электрическим машинам постоянного и переменного тока и трансформаторам, а также лабораторным работам.

Деканом электромеханического факультета был Б.Л. Розинг – изобретатель первой электронной системы для получения изображения с помощью электронно-лучевой трубки. Его работы послужили основой для развития электронных систем телевидения.

Преподавание на факультете вели широко известные в научно-техническом мире профессора. Темами дипломных проектов были: тепловая электрическая станция, линия передачи высокого напряжения и т.д.

*Быт студенток.* Плата за первый год обучения вносилась студентами сразу за целый год в размере 150 руб., а в последующие годы – по семестрам. Никаких стипендий не было. Изредка лишь «Общество по изысканию средств для технического образования женщин» выдавало студенткам временные пособия, и то в ограниченных размерах.

---

<sup>45</sup> Цит. по: Первые женщины-инженеры / сост. З.П. Богомазова, Т.Д. Кацеленбоген, Т.Н. Пузыревская. – Л.: Лениздат, 1967. – С. 8–9.

Большую часть своего бюджета студентки тратили на квартиру. Из 1000 опрошенных девушек 5 % за недостатком средств не имело ежедневного обеда, 33 % – систематически недоедало<sup>46</sup>. Мало кто имел поддержку со стороны родителей. Поэтому студенты организовывали кассы взаимопомощи, столовые, бюро труда. Через бюро курсистки доставали уроки в богатых домах, заказы на переписку, переводы, статистические и чертежные работы, корректуру.

Учиться было тяжело. Учебный процесс был перегружен различными предметами. В результате вместо пяти лет студенты часто учились по 8 лет и более. Было подсчитано, что студент средних способностей может закончить в 5 лет Политехнический институт, лишь занимаясь по 15,5 часов в сутки. Вот почему число окончивших технический вуз в России было невелико.

Но, несмотря на это, качество обучения было высоким. Объяснялось это тем, что в петербургских институтах преподавали крупнейшие ученые, умевшие привить студентам любовь к своей специальности, профессиональную честь и гражданскую ответственность.

На Женских политехнических курсах преподавали бескорыстные люди, поборники женского образования. Характерен поступок ректора курсов Н.Л. Щукина. В 1917 г. для образования Фонда помощи студентам он передал институту 20 тыс. рублей премии, полученной им к 50-летию своей государственной службы.

Успешная защита слушательницами дипломных проектов, замена женщинами-инженерами инженеров мужчин, ушедших на фронт в годы первой мировой войны, привело к тому, что Курсы были преобразованы в 1916 г. в Петроградский Женский политехнический институт. В нем работало уже 100 преподавателей и обучалось более 1500 студенток. Там готовили инженеров разной специализации, в том числе и электриков.

---

<sup>46</sup> Первые женщины-инженеры . – С. 17–18.

В 1912 г. на Женских политехнических курсах состоялся первый выпуск. Дипломы защитили 3 студентки: одна – с химического факультета, две – с электромеханического.

Инженер-механик А.И. Соколова-Маренина вспоминала, что после окончания Курсов она решила подучиться у американцев. Приехав в США, она попыталась устроиться работать по специальности, но везде получала отказ. В США в то время не было женщин, работавших даже в мастерских, а не только женщин-инженеров. Тогда Соколова решила «превратиться» в мужчину – и сразу получила работу. Вскоре она хорошо себя зарекомендовала – помогло специальное образование. Но ей хотелось работать по специальности, и она устроилась на завод, где изготовлялось оборудование для электрического освещения. Там тоже работа шла успешно. Затем вернулась в Россию и работала по специальности.

Из воспоминаний Н.Д. Гончаровой. В 1908 г. она и ее подруга были зачислены на практику на электростанцию «Гелиос» (ныне 2-я Ленинградская ГЭС). Чтобы приступить к работе, они дали подписку о том, что «в случае моей гибели ... в смерти моей прошу никого не винить».

Сначала они работали в лаборатории, а когда хорошо себя там зарекомендовали, их допустили на две недели в машинный зал и в котельную. Котел стоял на ремонте. Они долго добивались у администрации разрешения осмотреть его. С большим трудом им это разрешили.

Затем они проходили практику и на других заводах, везде успешно.

Н.Д. Гончарова после завершения учебы работала инженером, начальником турбинного отдела.

## **Выводы**

1. XIX в. – это век бурного промышленного подъема, развития науки и техники, роста культуры и просвещения. Под влиянием научно-технической революции возросла потребность в инженерах. Это привело к открытию новых высших инженерно-технических учебных заведений во многих странах

мира. При этом образовательная политика различных государств учитывала уже имеющиеся в стране традиции просвещения, особенности развития экономики, политики и культуры. В результате в образовательном процессе стали явно заметны национальные особенности.

2. Развитие капитализма превращало образование, науку и технику в важный фактор социально-экономического и культурного развития России. НТР конца XIX в. заставляла правящие круги задуматься о расширении сети высших учебных заведений, о создании условий для развития науки и внедрения изобретений в практику. Правительство вынуждено было открывать новые вузы, принимать в них лица разных сословий. К концу XIX в. был открыт Петербургский электротехнический институт (1898 г.), Киевский и Варшавский политехнические институты (1898 г.), политехнические институты в Санкт-Петербурге (1902 г.) и Новочеркасске (1906 г.). Однако этого было очень мало для такой огромной страны, как Россия. В XIX в. здесь было только 15 высших инженерно-технических учебных заведений, в которых обучалось немногим более 6 тыс. человек.

3. Обучение студентов в первой половине – середине XIX в. осуществлялось в основном с помощью зарубежной методики и отечественных практических навыков. Однако постепенно складывалась отечественная школа подготовки инженеров. Учебные планы высших технических учебных заведений пересматривались в сторону увеличения объема естественных знаний и усиления социальных аспектов инженерного обучения студентов. Расширение форм профессиональной подготовки проводилось в направлении более углубленного изучения возможностей применения теоретических законов к потребностям производства. Усиливалась политехнизация образования, создавались междисциплинарные курсы на стыке специальных, гуманитарных и социально-экономических дисциплин. В результате, по мнению многих зарубежных современников событий в России, к концу XIX в. сложился уникальный опыт подготовки инженеров.

4. В конце XIX – начале XX в. численность студентов технических вузов быстро росла. Изменился социальный состав студенчества. Больше стало студентов, нуждающихся в стипендиях, вынужденных зарабатывать. Чтобы облегчить себе жизнь, студенты создавали различные формы взаимопомощи.

5. В конце XIX – начале XX в. высшие учебные заведения стали центрами самой страстной и бурной политической жизни.

6. В начале XX в. женщины добились права учиться в инженерных вузах. В 1906 г. в Петербурге открылись Женские политехнические курсы.

7. В конце XIX – начале XX в. труд инженеров был высокооплачиваем, а престиж профессии – одним из самых высоких в обществе. Стала формироваться этика инженерной деятельности.

### Список литературы

1. Буланов, И. Русская школа инженеров (концепция выставки) / И. Буланов, Г. Базанчук // Высшее образование в России. – 2005. – № 9. – С. 79–87.

2. Власть и интеллект в императорской России. Дискуссия // Отечественная история. – 2005. – № 4.

3. Иванов, А.Е. Высшая школа России в конце XIX – начале XX в. / А.Е. Иванов – М., 1991. – 392 с.

4. Иванов, А.Е. Студенческая «самопомощь» в высшей школе Российской империи. Конец XIX – начало XX века / А.Е. Иванов // Отечественная история. – 2002. – № 5 – С. 35–49.

5. Крыштановская, О.В. Инженеры: становление и развитие профессиональной группы / О.В. Крыштановская. – М. : Наука, 1989. – 144 с.

6. Миронов, В.Б. Век образования / В.Б. Миронов. – М. : Педагогика, 1990. – 177 с.

7. Тарасова, В.Н. Высшая инженерная школа России (последняя четверть XVIII в. – 1917 г.): автореф. дис. ... д-ра ист. наук. – М., 2000. – 50 с.

## Библиографический список

1. **Аврус, А.И.** История российских университетов. Курс лекций : учебное пособие / А.И. Аврус. – Саратов : Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 1998. – 128 с.
2. **История** техники / Л.Д. Белькинд [и др.]. – М. ; Л. : Госэнергоиздат, 1956. – 491 с.
3. **История** энергетической техники / Л.Д. Белькинд [и др.]. – М. ; Л. : Госэнергоиздат, 1960. – 663 с.
4. **Буланов, И.** Русская школа инженеров (концепция выставки) / И. Буланов, Г. Базанчук // Высшее образование в России. – 2005. – № 9. – С. 79–87.
5. **Будник, Г.А.** Проблемы становления отечественной интеллигенции в высшей школе: исторический аспект / Г.А. Будник // Вестн. ИГЭУ. – 2001. – № 2. – С. 57–66.
6. **Верже Ж.** История средневекового университета. Прототипы // Вестник высшей школы. – 1992. – № 1, 2.
7. **Виргинский, В.С.** Очерки истории науки и техники с древнейших времен до середины XV века / В.С. Виргинский, В.Ф. Хотеевков. – М. : Просвещение, 1993. – 288 с.
8. **Виргинский, В.С.** Очерки истории науки и техники XVI–XIX вв. / В.С. Виргинский. – М. : Просвещение, 1984. – 254 с.
9. **Виргинский, В.С.** Очерки истории науки и техники, 1870–1917 гг. / В.С. Виргинский, В.Ф. Хотеевков. – М. : Просвещение, 1988. – 304 с.
10. **Власть** и интеллект в императорской России. Дискуссия // Отечественная история. – 2005. – № 4.
11. **Гараевская, И.** Русские инженеры до ... и после ... (страницы истории) / И. Гараевская // Вестник высшей школы. – 1992. – № 4–6. – С. 57–65.
12. **Гумилевский Л.И.** Русские инженеры / Л.И. Гумилевский. – М. : Молодая гвардия, 1953. – 439 с.
13. **Елманова, В.К.** Высшее образование за рубежом / В.К. Елманова. – Л. : ЛГУ, 1989. – 50 с.
14. **Ефимов, А.В.** Сильнее Геркулеса / А.В. Ефимов. – М. : Советская Россия, 1976. – 156 с.



15. **Змеев, В.** Первый технический вуз России (страницы истории) / В. Змеев // Высшее образование в России. – 1998. – № 3. – С. 104–121.

16. **Иванов, А.Е.** Высшая школа России в конце XIX – начале XX века / А.Е. Иванов. – М., 1991. – 392 с.

17. **Иванов, А.Е.** Студенческая «самопомощь» в высшей школе Российской империи. Конец XIX – начало XX века / А.Е. Иванов // Отечественная история. – 2002. – № 5 – С. 35–49.

18. **История** мировой экономики: учебник для вузов / под ред. Г.Б. Поляковой, А.Н. Марковой. – М., ЮНИТИ, 1999. – 727 с.

19. **История** физики и химии в основных событиях (по В. Штайну, Д. Кларку и др.) / авт. сост. А.Д. Егоров ; Иван. гос. хим.-техн. ун-т. – Иваново, 2010. – 448 с.

20. **Карлов, Н.В.** К истории элитного инженерного образования / Н.В. Карлов, Н.Н. Кудрявцев // Вестн. РАН. – 2000. – Т. 70. – № 7. – С. 579–588.

21. **Кириллин, В.А.** Страницы истории науки и техники / В.А. Кириллин. – М. : Наука, 1986. – 511 с.

22. **Князьков, С.** Из прошлого русской земли. Время Петра Великого / С. Князьков. – М. : Планета, 1991. – 712 с.

23. **Ковалев, В.И.** История техники / Ковалев В.И., А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. – Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2006. – 360 с.

24. **Кравченко, А.Ф.** История науки и техники / А.Ф. Кравченко. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – 435 с.

25. **Крыштановская, О.В.** Инженеры : становление и развитие профессиональной группы / О.В. Крыштановская. – М. : Наука, 1989. – 144 с.

26. **Миронов, В.Б.** Век образования / В.Б. Миронов. – М. : «Педагогика», 1990. – 177 с.

27. **Онопrienко, В.** Втузы России в конце XIX – начале XX в. / В. Оноприенко, Т. Щербань // Вестн. высшей школы. – 1991. – № 4. – С. 65–72.

28. **Орлов, В.И.** Трактат о вдохновенье, рождающем великие изобретения / В.И. Орлов. – М. : Знание, 1980. – 214 с.

29. **От махин до роботов.** Очерки о знаменитых изобретателях, отрывки из документов, научных статей, воспоминаний,

тексты патентов : в 2 кн. / сост. М.Н. Ишков. – М. : Современник, 1990. – Кн. 1. – 271 с. ; кн. 2. – 414 с.

30. **Петерсон, О.** Университет в ранний период современной Европы: традиции и новации / О. Петерсон // Вестн. высшей школы. – 2001. – № 1. – С. 43–49.

31. **Пономарева, Т.А.** Великие ученые / Т.А. Пономарева. – М. : ООО «Издательство АСТ» ; ООО «Издательство Астрель», 2002. – 527 с.

32. **Тарасова В.Н.** Высшая инженерная школа России (последняя четверть XVIII в. – 1917 г.) : автореф. дис. ... д-ра ист. наук. – М., 2000. – 50 с.

33. **Тимошенко, С.П.** Инженерное образование в России / С.П. Тимошенко. – Люберцы : Производственно-издательский комбинат ВИНТИ, 1997. – 81 с.

34. **Уваров П.А.** Университеты и идея европейской общности // Европейский альманах : История. Традиции. Культура / отв. ред. А.О. Чубарь ; РАН, Ин-т всеобщ. истории, Центр по изучению европ. цивилизации. – М., 1993. – 174 с.

35. **Шнейберг, Я.А.** История выдающихся открытий и изобретений (электротехника, электроэнергетика, радиоэлектроника) / Я.А. Шнейберг. – М. : Изд. дом МЭИ, 2009. – 118 с.

36. **Шнейберг, Я.А.** Титаны электротехники: Очерки жизни и творчества / Я.А. Шнейберг. – М. : Изд-во МЭИ, 2004. – 270 с.

37. **Энгельмейер П.К.** Современные задачи инженерства (страницы истории) // Вестн. высшей школы. – 1989. – № 2. – С. 74–79.

38. **Хронос**, Википедия (электронный ресурс, соответствующие разделы).

## Приложения

### Приложение 1

#### Основные события истории высшего образования

<b>Древний мир</b>	
<i>Западная Европа</i>	
Ок. 387 г. до н. э.	Платон организовал в Афинах Академию – философскую школу
Ок. 335 г. до н. э.	Аристотель основал в Афинах философскую школу – Ликей, ставшую важным научным центром
Начало III в. до н. э.	В Александрии был основан Мусейон (Мусей) по типу Ликейя Аристотеля и библиотека
II в. н. э.	В Риме была основана высшая школа Атенеум, в которой изучались риторика, философия, литература и нравы
<i>Древний Восток</i>	
IV в. н. э.	Удджайн, один из главных городов Северной Индии, становится крупным университетским центром
V в.	В южноиранском городе Гунде-Шахпур по образцу александрийского центра была основана Академия
<b>Средние века</b>	
VII–X вв.	В Китае сформировалась система образования, включавшая и высшие школы, в которых изучались и естественные науки. Курс изучения математики продолжался 7 лет
XII в.	Появляются первые университеты
XV в.	В Европе насчитывалось около 60 университетов
<b>Новое время</b>	
<i>Учебные заведения, открывшиеся в XIX – нач. XX в</i>	
1708 г.	Школа математических и навигацких наук в Москве
1712 г.	Инженерная школа в Москве
1719 г.	Инженерные школа в Москве
1773 г.	Петроградский горный институт
1810 г.	Петроградский институт инженеров путей сообщения

*Окончание*

1828 г.	Петербургский технологический институт
1830 г.	Московское техническое училище (МТУ)
1842 г.	Петроградский институт гражданских инженеров
1847 г.	Институт инженеров-механиков (Англия)
1861 г.	Массачусетский технологический институт (США)
1862 г.	Рижский политехнический институт
1877 г.	Технологический институт (Япония)
1885 г.	Харьковский технологический институт
1896 г.	Томский технологический институт
1896 г.	Московский институт инженеров путей сообщения (до 1913 г. – Инженерное училище)
1898 г.	Петербургский электротехнический институт
1898 г.	Киевский политехнический институт
1898 г.	Варшавский политехнический институт
1898 г.	Петроградский политехнический институт
1899 г.	Екатеринославский горный институт
1906 г.	Женские политехнические курсы в Петербурге
1907 г.	Донской политехнический институт в Новочеркасске
1916 г.	Петроградский Женский политехнический институт

**Основные события истории науки и техники (энергетика)**

<b>Древний мир (конец 4 тыс. до н. э. – V в. н. э.)</b>	
<i>Западная Европа</i>	
Ок. 570 – ок. 500 гг. до н. э.	Годы жизни <b>Пифагора</b> – древнегреческого философа, математика, астронома, основателя пифагорейской школы в Кротоне
III в. до н. э.	Жил древнегреческий конструктор <b>Филон Византийский</b> , создавший один из первых реактивных приборов
287 – 212 гг. до н. э.	Годы жизни <b>Архимеда</b> , древнегреческого ученого, изобретателя, инженера. Открыл основной закон гидростатики, вывел и математически обосновал закон рычага, метод определения центров тяжести треугольника и других геометрических фигур и др. Изобрел винт, рычаги, блоки для подъема больших грузов и др.
Ок. I в. до н. э.	<b>Герон Александрийский</b> , древнегреческий ученый и изобретатель, создал много механических устройств на основе действия нагретого воздуха, в т. ч. эолипид – прообраз парового двигателя
<i>Древний Восток</i>	
102 г. н. э.	<b>Цай Лунь</b> (Китай) изобрел способ получения бумаги из древесной коры, конопли, тряпья и т. п. (до этого времени бумагу получали только из отходов шелкового производства). Первый печатный текст был отпечатан, вероятно, в Корее между 704 и 751 гг., возможно – в Китае в VI–VIII вв.
I–III вв. н. э.	В Китае появился компас
<b>Средние века (V–XVII вв.)</b>	
XIV–XVI вв.	В Европе появляется новая форма организации производства – мануфактура. Начинает зарождаться капитализм
I-я пол. XVI в.	<b>Леонардо да Винчи</b> создал водяную турбину – водяное колесо с искривленными лопатками, а также множество других технических изобретений
1564 г.	<b>И. Федоров</b> и <b>П. Мстиславец</b> начали книгопечатание в Москве

## Продолжение

1564–1642 гг.	<b>Г. Галилей</b> , один из основателей точного естествознания (выдвинул идею относительности движения, установил законы инерции, свободного падения и движения по наклонной плоскости, заложил основы учения о сопротивлении материалов)
1641–1642 гг.	<b>Б. Паскаль</b> , один из основоположников теории вероятностей, изобрел машину для механизации операций сложения и вычитания и др.
1643–1727 гг.	<b>И. Ньютон</b> , английский физик, механик, астроном и математик. Сформулировал основные законы классической механики. Открыл закон всемирного тяготения, разработал (независимо от Лейбница) дифференциальное и интегральное исчисление и др.
1667 г.	<b>Г. Лейбниц</b> изобрел счетную машину, ставшую образцом для дальнейших работ в этом направлении
<b>Новое время (вторая половина XVII – последняя четверть XIX в.)</b>	
2-я пол. XVIII – нач. XIX в	Промышленный переворот в Англии
XVII в.	Появились токарные станки, в которых заготовка получала вращение от водяного колеса, но резец держал в руке рабочий
1698 г.	Английский инженер <b>Томас Севери</b> опубликовал описание парового насоса – первой практически действующей паровой установки для откачки воды из шахт
2-я пол. XVIII – 70-е гг. XIX в.	Становление машинно-фабричного производства
1705 г.	<b>Ньюкамен</b> построил и пустил в работу для откачки воды из рудника пароатмосферную поршневую машину
1712 г.	<b>А.К. Нартов</b> в России впервые в мире создал самоходный суппорт для токарного станка
1718 г.	<b>Г. Бейтон</b> в Англии построил машину с автоматическим регулированием и предохранительным клапаном для котла

## Продолжение

1747–1754 гг.	Работы <b>Б. Франклина</b> в области электричества (объяснение принципа действия лейденской банки, где главную роль играет диэлектрик; создание конструкции «электрического колеса» – открытие непрерывного превращения электрической энергии в механическую; постулат о сохранении электрического заряда и др.). Окончательно установил электрическую природу молний и изобрел молниеотвод
1750–1755 гг.	Ученый энциклопедист <b>М.В. Ломоносов</b> исследовал электрические явления. Сделал ряд важных выводов о природе электричества
1744–1753 гг.	Профессор <b>Г.В. Рихман</b> вместе с М.В. Ломоносовым изучал молнии, придумал прибор для количественных измерений электричества, являющийся первым, по времени появления, «электрометром»
1758 г.	Русский академик <b>Ф.У. Эпинус</b> высказал идею о связи между электрическими и магнитными явлениями
1763 г.	<b>И.И. Ползунов</b> представил расчеты и детальный проект универсального парового двигателя
1768 г.	<b>Дж. Харгривс</b> создал самопрялку «Дженни» с вытяжным аппаратом, заменившим руку рабочего
1735–1818 гг.	<b>И.П. Кулибин</b> спроектировал три варианта деревянного одноарочного моста с длиной пролета 298 м через Неву; сконструировал фонарь с зеркальным отражением (первый опыт прожектора), спроектировал «подъемное кресло» (лифт), оптический телеграф, протезы («механические ноги») и др.
1784 г.	<b>Д. Уатт</b> получил патент на универсальный паровой двигатель
1763–1765 гг.	<b>К.Д. Фролов</b> создал на Горном Алтае ряд вододействующих подземных устройств, последовательно обтекаемых потоком воды, механизировав все операции по добыче, перевозке и обработке серебряной руды (прообраз будущих заводов-автоматов)
80–90-е гг. XVIII в.	<b>Л. Гальвани</b> исследует электрические явления при мышечном сокращении (у лягушки) и открывает «животное электричество»

*Продолжение*

1773 и 1785 гг.	<b>Кавендиш</b> и <b>Кулон</b> экспериментально установили закон взаимодействия неподвижных точечных электрических зарядов
1797 г.	<b>Г. Модсли</b> создал универсальный станок. Он же начал внедрять метчики и плашки, внедрять стандартизацию резьб
1799 г.	<b>А. Вольта</b> создал первый химический источник тока (вольтов столб), открыл контактную разность потенциала
1802 г.	<b>В. Петров</b> , построив крупнейшую гальваническую батарею из 210 медно-цинковых элементов, открыл электродугу и наблюдал электроразряд в вакууме (плазму)
1803 г.	<b>Фултон</b> провел испытание первого парохода
1805 г.	В Санкт-Петербурге на хлопчатобумажной фабрике Оссовского впервые применен паровой двигатель
1808–1809 гг.	<b>Г. Дэви</b> наблюдал и описал электродугу; изобрел безопасную рудничную лампу
1820 г.	Датский физик <b>Х. Эрстед</b> установил факт существования вокруг проводника с током определенного магнитного поля
1820 г.	<b>Араго</b> построил первый электромагнит со стальным сердечником
1820 г.	Французский физик, математик и химик <b>А.М. Ампер</b> открыл основные законы электродинамики
1820–1834 гг.	<b>Ч. Беббедж</b> в Англии работает над созданием вычислительной машины
1826 г.	Немецкий физик <b>Г. Ом</b> открыл закон, позволяющий ясно и точно вести расчеты электрических цепей
1830 г.	<b>К.Ф. Гаусс</b> сформулировал основную теорему электростатики
1830–40-е гг.	<b>М. Фарадей</b> открыл электромагнитную индукцию; установил закон электролиза и др. законы об электромагнитных явлениях
1832 г.	<b>П. Шиллинг</b> в России создал первый практически пригодный комплекс устройств для электрической телеграфной связи, изобрел код для нее



## Продолжение

1834 г.	<b>Б.С. Якоби</b> создал первый электродвигатель постоянно го тока. Мощность его составила 15 Вт. Впервые установил на гребном боте электродвигатель и совершил плавание по Неве на этом первом в мире электроходе
1837 г.	<b>С. Морзе</b> изобрел электромеханический телеграфный аппарат для передачи и приема сообщений знаками кода, названного его именем
1838 г.	<b>Б.С. Якоби</b> сделал доклад об открытой им гальванопластике
1842 г.	<b>Э.Х. Ленцем</b> и <b>Дж. П. Джоулем</b> был установлен закон тепловых действий электрического тока, т. е. было установлено понятие об электрической энергии и об ее количественной связи с механической энергией
1845 г.	<b>Р. Томсон</b> изобрел пневматические машины
1860 г.	<b>Э. Ленуар</b> сконструировал первый пригодный газовый двигатель внутреннего сгорания
1860–70-е гг.	<b>Дж. Максвелл</b> , развивая идеи М. Фарадея, создал теорию электромагнитного поля, предсказал существование электромагнитных волн
Нач. 70-х гг. XIX в.	Работы <b>А.Н. Ладыгина</b> в области электроосвещения: в 1872 г. – изобретение лампы накаливания с угольной нитью и электроотопительного прибора; в последующем (1890-е гг.) он же изобрел первые в мире лампы из тугоплавких металлов
1870-е гг.	Работы <b>П.Н. Яблочкова</b> в области электротехники (1876 г – впервые применил трансформатор переменного тока для электрического освещения; в том же году создал дуговую электролампочку – «свечу» Яблочкова)
1876 г.	<b>А. Белл</b> и <b>И. Грэхем</b> подали заявки на получение патента на телефон
1874–1876 гг.	Опыты <b>Ф.А. Пироцкого</b> по передаче электроэнергии на расстояние (до одного километра)
1864 г.	<b>З. Маркус</b> создал первый автомобиль с бензиновым двигателем

*Продолжение*

Кон. XIX – нач. XX в.	Научно-техническая революция началась в физике и затем охватила все основные отрасли науки
1872 г.	<b>Бенц</b> создал двухтактный газовый двигатель
1877 г.	<b>Н. Отто</b> создал четырехтактный газовый двигатель внутреннего сгорания
1877 г.	<b>Т.А. Эдисон</b> усовершенствовал электрическую лампочку А.Н. Ладыгина и получил на нее патент
1882 г.	<b>Н. Бенардос</b> в России осуществил электросварку металлов, сплавляемых электродугой с дополнительно вводимым присадочным электродом
1883 г.	<b>Даймлер</b> создал первый бензиновый двигатель внутреннего сгорания
1884 г.	<b>Парсонс</b> изобрел паровую турбину
1886–1889 гг.	<b>Г. Герц</b> открыл электромагнитные волны и внешний фотоэффект
1888–90-е гг.	<b>А.Г. Столетов</b> провел исследования фотоэффекта и впервые показал возможность непосредственного превращения световой энергии в энергию электрического тока
1888 г.	<b>Н.Г. Славянов</b> осуществил сварку с расплавляемым металлическим электродом
1887–1888 гг.	Серб <b>Н. Тесла</b> в США создал первые схемы и модели многофазных электродвигателей и генераторов
1889 г.	<b>М.О. Доливо-Добровольский</b> впервые решил задачу создания трехфазного асинхронного двигателя, создал трехфазный трансформатор, осуществил первую электропередачу трехфазного тока (1891)
1889 г.	Шведский инженер <b>К. Лаваль</b> создал одноступенчатую активную паровую турбину. Начало современного турбостроения
1897 г.	<b>Томсон</b> открыл электрон
1895 г.	<b>А.С. Попов</b> создал радиоприемник и впервые передал сообщение с помощью радиоволн
1897 г.	<b>Р. Дизель</b> предложил двигатель внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия (на нефти)

*Окончание*

	<b>Новейшее время (XX в.)</b>
1903 г.	Французский физик и химик <b>П. Кюри</b> совместно с <b>М. Склодовской-Кюри</b> и <b>А. Беккерелем</b> получили Нобелевскую премию по физике за работы по изучению радиоактивности
1907 г.	<b>Б. Розинг</b> запатентовал в России первую в мире электронную систему воспроизведения телевизионного изображения
1908 г.	Английский ученый <b>Э. Резерфорд</b> стал лауреатом Нобелевской премии за работы по радиоактивности и теории строения атома
1905–1916 гг.	Немецкий ученый <b>А. Эйнштейн</b> создал теорию относительности

БУДНИК Галина Анатольевна

**ИСТОРИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
с древнейших времен до начала XX века**

*Курс лекций*

Редактор М.А. Иванова  
Компьютерная верстка А.Г. Горюнова

Подписано в печать      Формат 60x84 1/16  
Печать плоская. Усл. печ. л. 8,13. Уч.-изд. л. 9,0.

Тираж 50 экз. Заказ №

ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический  
университет имени В.И. Ленина».

Отпечатано в УИУНЛ ИГЭУ  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34.