

не было высокоточного токарного станка для изготовления этого оружия. Позже, когда появился *станок с суппортом Модсли*, помощник Поли, немец *И.-Н. Дрейзе* сконструировал *игольчатое ружье*, которое было в 1841 г. принято на вооружение прусской армии. Ружье Дрейзе делало 9 выстрелов в минуту – в 5 раз больше, чем гладкоствольные ружья других армий. Дальность выстрела составляла 800 метров – втрое больше, чем у других ружей.

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

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

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

ГЛАВА 2. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ XX СТОЛЕТИЯ

1. Научно - техническое развитие в эпоху мировых войн

Первая половина XX века стала временем ожесточённых конфликтов, в том числе двух самых масштабных войн в истории человечества. Бедствия и разрушения, которые они принесли, неисчислимы. Одновременно эпоха мировых войн породила невиданные темпы развития науки и технологии, сопровождалась революционным сдвигом в жизни человечества – созданием техносферы. *Техносферой называют ту часть окружающего нас мира, которая создана трудом и сознательной волей человека.* Разумеется, отдельные проявления техносферы существовали с древнейших времён, но именно в первой половине XX века они достигли таких масштабов и значения, что соединились в устойчивую и важную для нашего существования структуру. Именно в этот период происходит формирование той искусственной среды, в которой обитает современный человек. Идёт активный процесс урбанизации,

повышается роль городов в развитии общества. Создаётся единая энергетическая инфраструктура. Возводится гигантский промышленный комплекс, развернувший массовое индустриальное производство и обеспечивший индустриальными товарами большую часть жителей развитых стран. Индустриализуется сельское хозяйство, всё больше сближающееся по уровню технологий с промышленным производством. К середине XX в. развитие техносферы достигло такого масштаба, что можно говорить об антропогенном (созданном человеком) мире. Развитие массового производства создало экономическую базу для формирования в развитых странах «общества потребления», в котором сложные индустриальные товары доступны широким слоям населения. В результате в развитых странах началось формирование среднего класса как специфического социального явления. В дальнейшем растущий спрос среднего класса на новые потребительские товары способствовал завершению складывания техносферы и стимулировал научно-техническое развитие.

Важной особенностью эпохи мировых войн стала значительно возросшая связь между наукой и техникой. До этого периода она ещё не достигла такой полноты и не имела такой критической для обеих сфер значимости. Взаимодействие и взаимовлияние науки и техники проявилось в разных сферах. *С одной стороны,* производство нуждалось в постоянном контакте с наукой, чтобы как можно полнее и оперативнее использовать её результаты. *С другой стороны,* развивается отраслевая наука, ориентированная именно на обслуживание нужд промышленности. Кроме того, наука постепенно перенимает у производства элементы подхода к управлению и организации.

Ожесточённые войны и соперничество между великими державами сильно повлияли на темпы и характер научно-технического развития. Государства вынуждены были более активно вмешиваться в экономическое и научное развитие. То, что Первая мировая война оказалась затяжной войной на истощение, привело к пониманию огромной роли промышленного и научного потенциала страны и осознанию необходимости регулирования их развития со стороны государства, в том числе методами прямого вмешательства, а в некоторых странах даже полного взятия на себя управления в этой сфере.

Необходимость «игры на опережение» в области военно-технического развития подстёгивало к быстрому внедрению передовых технологий. Это вело к тому, что, *с одной стороны,* все значимые инновации воспринимались в первую очередь с точки зрения их влияния на военный потенциал государства. *С другой стороны,* ускоренное научно-техническое развитие, даже ориентированное в первую очередь на военные нужды, способствовало общему ускоренному развитию всей экономики в целом. Идеи и открытия, апробированные в военной индустрии, становились доступными и применялись уже не только в военных целях. Так военная промышленность и ориентированная на неё наука стали одним из локомотивов экономического развития (в некоторых странах – даже основным локомотивом).

Стремление великих держав опередить своих соперников в области военных технологий привело к резкому увеличению значения науки в глазах государства и росту её финансирования. Руководство развитых стран понимало,

что успех в разработке новых видов оружия зависит не только от средств, выделяемых на его разработку, но и в первую очередь от общего уровня научно-технического развития страны. При этом внимание уделялось не только прикладным, но и теоретическим направлениям науки. Важность финансирования теоретической науки продемонстрировал атомный проект, превративший абстрактные физические теории в оружие исключительной мощи.

Рост средств, выделяемых науке, увеличение числа учёных и осознание важности их работы государством и частными коммерческими структурами привели к масштабным социальным и структурным изменениям. *«Малая наука» XIX века, в которой основную роль играл талантливый исследователь-одиночка, в лучшем случае небольшая группа лиц, превратилась в «Большую науку» современной эпохи. Теперь решающую роль играют не отдельные гениальные учёные, а научные структуры, интегрирующие в себе множество научных работников.* Вместо талантливого учёного на первый план выходит талантливый организатор науки, способный выработать правильную стратегию и распределить цели между специалистами. Крупная научная задача раздробляется на множество мелких, каждую из которых решает небольшая группа людей. Встречаются мнения, что этот переход привёл к обезличиванию науки, доминированию бюрократии над поиском истины, падению среднего уровня квалификации учёного, окостенению научных структур. Проблема в том, что без громоздких структур «Большой науки» на нынешнем этапе невозможно решать действительно масштабные задачи. Поэтому переход к ней открыл новые возможности научного развития, обеспечил продвижение науки в таких областях знаний, которые исследователю-одиночке были недоступны. Успехи «Большой науки» привели к дальнейшему дроблению пространства научного знания, обособлению новых наук и новых отраслей.

Научно-техническое развитие мира, как и раньше, оставалось неоднородным. Небольшая группа передовых стран ускоренно развивалась, остальные либо пытались догнать их, либо уже утратили возможности для этого. Особенно быстро научно-техническое развитие шло в США. Объясняется это тем, что здесь имелись наиболее благоприятные условия для его реализации: отсутствие войн на территории США, экономические выгоды от военных действий в Европе, приток из неё хорошо образованных эмигрантов, удачное сочетание государственного регулирования со свободным предпринимательством, ёмкий и богатый внутренний рынок. В результате США превратились в лидера экономического и научно-технического прогресса.

Другой страной, добившейся в этот период больших успехов в научно-техническом развитии, стал Советский Союз, в котором в конце 20-х – 30-е годы проводилась политика форсированной индустриализации. Основой этой политики было усиленное развитие тяжелой промышленности, особенно машиностроения, в том числе станкостроения, сельскохозяйственного машиностроения, энергетического машиностроения и военной промышленности. Многие из ускоренно развиваемых отраслей до того существовали в СССР только в зачаточной форме. Хотя научно-техническое развитие шло в первую очередь по пути заимствований, одновременно шёл

процесс интенсивного развития отечественной науки и образования. Этому способствовала «культурная революция», открывшая доступ к образованию и высокой культуре выходцам из низших слоёв населения, что привело к росту числа образованных специалистов, и в том числе учёных. ***Складывается советская система отраслевой науки, возникают сотни научно-исследовательских институтов, ориентированных на содействие развитию передовых отраслей промышленности. Эта система создавала основу для будущего самостоятельного научно-технического прогресса.***

Мерилом успеха политики индустриализации стала Великая Отечественная война 1941-1945 гг., победа в которой была бы не возможна без адекватного уровня научного и промышленного потенциала. Быстрое восстановление народного хозяйства в СССР и дальнейший ускоренный рост, опиравшийся в основном уже на внутренний потенциал, в том числе научный, позволил бросить вызов США в сфере глобальной политики. Очевидным подтверждением сопоставимости научно-технических возможностей двух стран стал советский атомный проект. Рост научного потенциала СССР позволил стране перейти от копирования чужих достижений к созданию собственных, самые крупные из которых связаны с космической программой.

Развитие науки и техники в первой половине XX в. было связано не только с новыми открытиями, но и, в значительно большей степени, с освоением и массовым применением достижений конца XIX в. Например, двигатель внутреннего сгорания, автомобиль, трактор – всё это было известно ещё в XIX веке. Но в ту эпоху эти изобретения применялись ещё очень узко, были несовершенны. Для того чтобы они стали частью повседневной жизни, они должны были пройти долгий путь развития, часто невозможного без достижений в других областях знаний.

**Эпоха двигателя
внутреннего
сгорания**

Если XIX век был, прежде всего, веком парового двигателя, то XX можно назвать эпохой двигателя внутреннего сгорания. За первую половину столетия возможности двигателя значительно возросли.

Значительные усилия во всех развитых странах были направлены на совершенствование двигателя. Рост давления в цилиндрах, увеличение размеров двигателя и его рабочего объёма привели к значительному повышению мощности. Увеличение максимальной скорости вращения коленчатого вала позволила более эффективно использовать возможности двигателя. В начале XX века самый распространённый двигатель легкового автомобиля имел мощность в 20 л.с., а в середине столетия обычным делом стали автомобильные двигатели мощностью 200-350 л.с. Особенно сильно возросла мощность двигателей, применяемых на военной технике.

Необходимость выдерживать при увеличении мощности двигателя массогабаритные параметры привела к широкому использованию новых сплавов, стимулируя их более активное изучение. Из-за высоких нагрузок на детали и особых требований к надёжности работы механизма именно двигатели были наиболее сложным видом массовой машиностроительной продукции. Производство двигателей предъявляло серьёзные требования к развитию высокоточного станкостроения. Изучение сопротивления материалов также в

значительной степени было ориентировано на потребности этой отрасли.

Важнейшей инновацией периода XX века стал автомобиль. Хотя его изобретение относится ещё к предыдущему столетию, именно в начале XX века он стал неотъемлемой частью формирующейся техносферы. Способствовал этому переход от маломасштабного производства автомобилей как предмета роскоши, технической диковинки для богатых покупателей к массовому производству, ориентированному на массового потребителя. Ключевую роль в этом процессе сыграл американский предприниматель и промышленник *Генри Форд (1863-1947)*. На своих заводах Форд интенсивно внедрял **систему поточно-массового производства**. Генри Форд первый начал широкое использование в автомобилестроении стандартизации и технологий массового производства, в том числе конвейерной сборки. Конвейерная сборка позволяет повысить производительность за счёт более дробного разделения труда (вплоть до выполнения работником всего одной операции) путем перемещения объекта сборки от одного рабочего места к другому. Такая сборка иногда применялась в военной промышленности ещё в XIX веке. В автомобилестроении первым конвейер начал применять в 1904 году Р. Олдс, но заслуга массового внедрения и популяризации этой технологии принадлежит Г.Форду. От полукустарного изготовления автомобилей отрасль перешла к их производству на крупных предприятиях с рациональной организацией труда. В результате круг людей, которым было доступно использование автомобиля, значительно расширился. Начался процесс «автомобилизации» населения (завершение которого в развитых странах приходится уже на эпоху после Второй мировой войны).

Удешевление себестоимости и рост масштабов производства привело к значительно более широкому использованию автотранспорта для грузовых перевозок. Во многих развитых странах автомобильная транспортировка грузов начинает играть важнейшую роль в экономике и оттесняет железнодорожную. Этот процесс порождает новые требования к развитию инфраструктуры. Поэтому в 30-е годы XX века во многих странах реализуются масштабные программы строительства сети дорог с твёрдым покрытием.

В СССР серийное производство автомобилей началось в 1924 году на заводе АМО в Москве (позже Завод им. Сталина, с 1956 г. - Завод им. Лихачёва), который изготавливал грузовики АМО-Ф15. Массовое производство автомобилей началось после ввода в строй в 1932 году Горьковского автомобильного завода и реконструкции в 1933 году завода АМО.

Первая мировая война 1914-1918 гг. положила начало интенсивному военному использованию автомобиля, применяемому как для ускорения переброски войск, так и для их снабжения. Опыт Первой мировой войны привёл в межвоенный период к появлению моторизованной пехоты, использующей автомобиль как основное средство передвижения. Предполагалось, что совместно с использованием других технических средств (танков и авиации) это позволит преодолеть позиционный кризис. В ходе Второй мировой войны такие предположения подтвердились и моторизованная пехота стала неотъемлемой частью подвижных войск.

Применения двигателя внутреннего сгорания в сельском хозяйстве привело к появлению обширного класса сельскохозяйственной техники, полностью

изменившей его облик. Возникло высокомеханизованное сельское хозяйство современного типа. Применение сельскохозяйственной техники значительно повысило производительность труда, способствовало перемещению масс населения из деревни в город, рабочих рук – из аграрной сферы в промышленную.

В 1901 году в США был произведён **первый трактор с двигателем внутреннего сгорания** на колёсном ходу, разработанный Ч. Хартом и Ч. Парром. В 1907 году в Соединённых Штатах был изготовлен первый трактор на гусеничном ходу, сконструированный Б. Холтом. Первые трактора производились малыми сериями, стоили дорого и не могли быть приобретены фермером. Их использовали только крупные сельскохозяйственные компании в недавно колонизованных районах. *Широкое применение тракторов в сельском хозяйстве началось в ходе Первой мировой войны 1914-1918.* Массовая мобилизация мужчин в армию и затяжной характер войны потребовали компенсировать техническим оснащением нехватку рабочих рук в деревне. Вследствие этого в США началось ориентированное первоначально на продажу в воюющие Великобританию и Францию широкое производство тракторов с применением конвейерных технологий Форда (с 1917 года). Массовое производство привело к снижению цены на тракторы и сделало их доступными для основных сельскохозяйственных производителей (первый широко распространённый трактор, доступный по цене – трактор компании «Форд» «Фордзон»). С этого момента трактор стал неотъемлемой частью развитого сельского хозяйства. Начался процесс замещения сельскохозяйственной техникой рабочего скота.

Подчеркнём, что *в России первый трактор с двигателем внутреннего сгорания был разработан и изготовлен в 1911 году Я.В. Маминим.* Массовое производство и применение тракторов в СССР началось на рубеже 20-х –30-х годов и было связано с проведением политики коллективизации. С 1937 года началось производство первого советского трактора собственной разработки, приспособленного к массовому производству - гусеничного трактора СХТЗ-НАТИ (всего выпущено 211 тыс. штук). *После Второй мировой войны СССР вышел на первое место в мире по производству гусеничных тракторов.*

Появление тракторов ускорило технологическое развитие и распространение зерноуборочных комбайнов (машин, сочетающих скашивание, обмолот и очистку зерна), позволив отказаться от их буксировки лошадьми. Для привода в действие рабочих органов стали использоваться двигатели внутреннего сгорания. Были созданы первые самоходные комбайны.

Появление двигателя внутреннего сгорания сделало возможным полёты летательных аппаратов тяжелее воздуха. *В 1903 году совершили свой первый полёт американские авиаконструкторы и лётчики братья Уилбер (1867-1912) и Орвилл (1871-1948) Райт.* Уже в 1904 году Н.Е. Жуковский (1847-1921) основывает Аэродинамическую академию – первый в мире научно-исследовательский центр, занимающийся проблемами аэродинамики. Вскоре аналогичные центры возникают в других странах.

Использование самолётов в военных целях впервые произошло в ходе Итало-турецкой войны 1911 года и Балканской войны 1912 года. К началу

Первой мировой войны все армии великих держав уже обладали небольшим числом самолётов, главным предназначением которых считалась разведка. В ходе войны количество самолётов значительно увеличилось. Возросло разнообразие типов боевых самолётов и их функций. Появились самолёты, специально предназначенные для уничтожения самолётов противника – истребители, а также самолёты, предназначенные для ударов по наземным целям – бомбардировщики, из которых в особый класс выделились стратегические бомбардировщики, обладавшие увеличенной дальностью полёта и повышенной боевой нагрузкой. Появились первые самолёты с металлической обшивкой. В 1917 году в Германии началось производство разработанного Х. Юнкерсом истребителя с обшивкой из дюралюминия - сверхпрочного сплава алюминия с медью, марганцем и магнием. Но широкое распространение этот материал получил только в послевоенную эпоху. В СССР первый цельнометаллический самолёт АНТ-2, созданный под руководством А.Н. Туполева, совершил первый полёт в 1924 году.

После Первой мировой войны ускоренное развитие авиации продолжилось. Возросла дальность, высота и скорость полёта, усилилось вооружение самолётов. Появились первые авиационные пушки. Применение новых материалов и двигателей с увеличенной мощностью привело к постепенному вытеснению бипланов монопланами. Основные авиастроительные державы окончательно перешли к применению дюралюминия. Только в СССР ещё продолжали широко разрабатывать и производить самолёты из других конструкционных материалов, например, из дельта-древесины (специальный вид древесного пластика) или даже броневой стали (советский штурмовик Ил-2). Это предусмотрительное решение позволило советской промышленности наращивать в ходе войны объёмы производства даже после потери значительной части производственных мощностей, в т.ч. в цветной металлургии.

В ходе Второй мировой войны (1939-1945 гг.) авиация бурно развивалась в тех же направлениях. В СССР работами по созданию истребителей занимались А.С. Яковлев (именно его самолёты производились в период войны в наибольшем количестве), С.А. Лавочкин, а по созданию штурмовиков и бомбардировщиков – С.В. Ильюшин, бомбардировщиков – А.Н. Туполев, В.М. Петляков. Значительные усилия направлялись на повышение мощности двигателя истребителей. Между основными воюющими державами шла настоящая гонка в этой области. Использовались различные методы форсирования мощности существующих моторов, создавались новые двигатели. В ходе войны наращивание мощности двигателей поршневого типа достигло своего потолка. Потребовалось создание нового типа двигателя - реактивного.

Первый реактивный двигатель для самолётов был испытан ещё в 1910 году (испытания закончились авиакатастрофой). В 1939 году самолёт с реактивным двигателем был испытан в Германии, в 1940 году – в Италии. Первые шаги реактивной авиации связаны с применением жидкостных реактивных двигателей (ЖРД). Недостатками ЖРД была низкая надёжность, вызванная необходимостью окислителя, и большой расход топлива при маленьком его запасе. Этим порокам был лишен турбореактивный двигатель (ТРД),

использующий в качестве окислителя атмосферный кислород. Работы над ТРД начались в разных странах ещё в 1930-е годы. В СССР ими занимался А. Люлька, в Великобритании – Ф. Уиттл. В 1942 году в Германии на вооружение принимается истребитель с ТРД Me-262, единственный из реактивных самолётов, активно применявшийся в период Второй мировой войны. В СССР работы над ТРД возобновились только в 1944 году. Их ускорению способствовали захваченные в Германии трофеи. В 1946 году был принят на вооружение истребитель МиГ-9, оснащённый разработанными в Германии ТРД, обеспечившими самолёту скорость 965 км/ч.

Использование двигателя внутреннего сгорания привело к появлению самоходных боевых машин: бронеавтомобилей, танков, бронетранспортёров, самоходных артиллерийских орудий. Появление танков стало результатом позиционного кризиса Первой мировой войны. Тяжелые потери в неудачных наступательных операциях побуждали стороны искать неожиданные технологические решения. Одним из них стало создание самодвижущихся бронированных гусеничных боевых машин – танков. В 1916 году первые танки были применены в сражении на р. Сомме, но только в 1918 году они стали привлекаться в количествах, достаточных, чтобы влиять на ход боевых действий. В 1917 году появился танк Renault FT-17, считающийся самым совершенным танком Первой мировой войны. На нём впервые из серийных танков вооружение было установлено во вращающейся башне.

В межвоенный период танки значительно увеличили скорость и дальность хода, возросла их механическая надёжность. Танк из тактического оружия превратился в оружие оперативного и даже стратегического значения. Вместе с тем бронирование в большинстве случаев оставалось противоположным, вооружение – пулемёты и/или малокалиберные пушки.

Началось производство танков в СССР. Первоначально выпускались закупленные за рубежом модели (МС-1, Т-26, БТ, Т-37), позже – их модернизированные варианты. **В конце 1930-х годов советская конструкторская школа доходит до уровня, позволяющего успешно создавать собственные танки.** В 1940 году начинается производство разработанного под руководством М.И. Кошкина и А.А. Морозова танка Т-34, считающегося одним из лучших танков Второй мировой войны. Этот танк сочетал высокую подвижность, противоснарядное бронирование, мощное вооружение, способное бороться как с танками, так и с пехотой.

В ходе войны танки активно совершенствовались. Шло соревнование брони и снаряда – более мощное вооружение вызывало наращивание бронезащиты, наращивание бронезащиты требовало более мощного вооружения. В этой борьбе формировались тенденции, которые после войны привели к появлению концепции основного боевого танка (танк многоцелевого назначения, сочетающий высокую огневую мощь, защищённость и подвижность), господствующей в танкостроении и по сей день.

Успехи различных отраслей машиностроения были бы невозможны без систематического изучения новых сплавов стали и цветных металлов. Хотя стальные сплавы были известны уже в XIX веке, их ассортимент был сильно ограничен, в начале XX века было известно всего несколько десятков сплавов

стали. К середине века счёт видам сплавов шёл уже на тысячи. Новые сплавы давали материалы с оптимальными свойствами, расширяли возможности конструкторов и технологов. Для выплавки специальных сплавов начали применять электропечи. Потребности в специальных сталях в период Первой мировой войны привели к распространению производства электростали. В США за годы войны оно выросло в 33 раза. Схожие процессы шли в Германии. Даже в России во время войны была начата постройка «Электростали», первого специализированного завода по выплавке стали в электропечах. В 1917 году он дал первую продукцию. В период индустриализации выплавка стали в электропечах стала широко применяться в советской промышленности. Главным центром производства был завод «Серп и молот» в Москве.

Широкое применение двигателя внутреннего сгорания привело к необходимости значительно увеличить нефтедобычу и нефтепереработку. Прежние примитивные методы колодезной добычи нефти окончательно уступили место более сложным скважинным. Для бурения скважин начали использовать турбобур – забойный гидравлический двигатель, изобретённый в СССР в 1922 М.А. Капелюшниковым совместно с Н. А. Корневым и С. М. Волохом. В этом турбобуре высокооборотная одноступенчатая турбина передавала вращение долоту через планетарный, заполненный маслом редуктор. С 1935 применялся безредукторный турбобур с многоступенчатой турбиной, вал которой непосредственно вращает долото (авторы П. П. Шумилов, Р. А. Иоаннесян, Э. И. Тагиев, М. Т. Гусман). Использование турбобура позволило добывать нефть из более глубоких пластов.

В рассматриваемый период бурно развивалась химическая промышленность. Совершенствовались способы переработки нефти. В 1913 году в США вступила в строй первая установка по промышленному крекингу нефти. Крекинг разработан русским инженером *В.Г. Шуховым¹* (1853-1939) в 1891 году, но в СССР в промышленных масштабах начал использоваться только в 1934 году. Возникло производство новых синтетических материалов. Проблема снабжения экономики редкими материалами в условиях войны вызвала развитие производства синтетических заменителей (синтетического горючего, синтетического каучука).

Массовое производство и научная Потребности развивающегося промышленного производства вызвали к жизни новые социальные технологии. Важнейшей из них была научная организация труда. Основоположником этого направления является американский инженер *Ф. Тейлор*. Его система научной организации труда включала в себя научные основания производства, научный подбор кадров, обучение и тренировку, организацию взаимодействия между управляющими и рабочими. Тейлор ввел конкретные требования по научному изучению элементов производственного процесса: разделение целостного процесса на минимальные части, наблюдение и запись всех этих элементов и условий, в которых они совершаются, точное измерение этих элементов по

¹ Также Шухов известен своими передовыми идеями в области строительства и архитектуры (например, воплощенных в известной Шуховской башне в г. Москве), работами в области транспортировки нефти, изобретением и созданием трубчатых паровых котлов и т.д.

времени и по затрате сил. Для этого Тейлор начал использовать хронометраж действий рабочих. Идеи научной организации труда в России развивали А.А. Богданов, А.К. Гастев (основатель Центрального института труда) и другие.

Система Тейлора значительно увеличивала производительность труда, но одновременно превращала работника в придаток машины. Позже начинается развитие альтернативного подхода к организации труда. Был сделан вывод о необходимости большего внимания к проблемам мотивации работника, неформальных систем коммуникаций, взаимодействия исполнителей и руководителей при принятии решений. Возникло такое понятие, как организационная культура.

Идея рациональной научной организации труда удачно сочеталась с принципами массового производства.

Переход к массовому производству привёл к серьёзным изменениям в технологиях. В первую очередь этот переход затронул сборку, где началось широкое использование конвейера. Конвейер механизировал перемещение собираемого агрегата по цеху от одного рабочего места к другому. Смысл был не только в том, чтобы экономить рабочее время, затрачиваемое на перемещение деталей, но и в том, чтобы задавать темп работы. Конвейер предъявляет серьёзные требования к организации производства и дисциплине, интенсифицируя труд. В то же время конвейерная сборка даёт возможность более подробно разделить операции и поэтому предъявляет меньше требований к работнику, которому достаточно уметь квалифицированно выполнять всего одну операцию. Это свойство конвейера было особенно важно в тех случаях, когда промышленности приходилось «переваривать» большие объёмы неквалифицированной рабочей силы. Например, при бурном росте некоторых отраслей или же во время войны, когда надо было искать замену призванным в армию рабочим.

Другим важным изменением технологии стало распространение штамповки, то есть изготовления детали путём давления на заготовку штампом. Применение штамповки позволяло значительно сократить по сравнению с обработкой резанием потери материала и затраты рабочей силы и поэтому стало отличительной чертой массового производства. Наряду с горячей штамповкой распространение получает холодная листовая штамповка, позволявшая получать разнообразные тонкие детали, от стрелок наручных часов до элементов кузова автомобиля. Для штамповки использовались молоты и прессы. Наряду с паровыми молотами начали применять пневматические молоты и молоты смешанного паровоздушного типа. Ещё одно новое изобретение, бесшаботные молоты, в которых обработка детали осуществлялась встречными ударами двух баб, позволили избегать вредных эффектов (сотрясение здания) и не требовали мощного фундамента. Особенно быстро развивались кузнечные прессы.

Наиболее эффективным способом изготовления изделия из металла было и остаётся литьё. Массовое производство привело к распространению метода литья в многоразовые металлические формы – кокили. Идёт механизация труда литейщиков – применение пескоструйных машин для очистки отливок, формовочных машин, конвейерного литья и т.д.

В области сварки огромное значение имело изобретение в СССР автоматических аппаратов для сварки под флюсом под руководством Е.О. Патона (1870-1953), автора фундаментальных трудов по электросварке. Автоматическая сварка поднимала производительность труда, позволяла получать сварные швы одинаково высокого качества, снижала требования к квалификации сварщика. Активное применение этого метода началось в 1942 году на танковом заводе № 183 в Нижнем Тагиле и позволило значительно увеличить производство танков. Опыт применения автоматической сварки после Великой Отечественной войны был перенят и другими отраслями промышленности.

Развитие станкостроения пошло по пути создания автоматических станков, которые не только уменьшали потребность в работниках, но и обеспечивали более высокую точность изготовления деталей. *Первая в мире автоматизированная линия (то есть линия связанных общим транспортом автоматических станков, расположенных в порядке последовательности выполнения операций) была пущена на Сталинградском тракторном заводе в 1939 году.* После Второй мировой войны развитие автоматизированного производства в СССР продолжалось. В 1949 году в Ульяновске вступил в строй *первый в мире комплексный автоматизированный завод, производивший автомобильные поршни, который обслуживало всего 9 человек.*

Развитие электроники

Принципиально новым технологическим достижением XX века стало развитие электронной техники.

Важным шагом на этом пути было появление и техническое совершенствование радиосвязи. Её распространению способствовало изобретение электронной лампы – диода (английским изобретателем Флемингом в 1904 году), а затем и триода (американским инженером Форестом в 1907 году). Использование ламп позволило осуществить радиотелефонную связь. В 1915 году появился эффективный способ откачки воздуха, приведший к созданию вакуумных ламп. В 1920 году советский учёный Михаил Александрович Бонч-Бруевич (1888-1940), организатор производства в России электронных ламп, изготовил первую генераторную лампу с водяным охлаждением, имевшую небывалую до того мощность. В 1923 году он же установил, что надёжная дальняя радиосвязь возможна не только на длинных, но и на коротких волнах, что позволило значительно уменьшить размеры передающих станций.

Регулярное радиовещание началось в США фирмой «KDKA» в 1920 году. Была передана программа новостей, сообщающая об избрании президентом У. Хардинга. Это первенство оспаривается Канадой. В России началом радиовещания стала трансляция 17 октября 1922 года концерта классической музыки. С 1923 года передачи пошли в эфир регулярно.

В первой половине XX столетия начинается развитие телевидения. Этот термин ввёл в оборот русский военный инженер К.Д. Перский в своём докладе на Международном электротехническом конгрессе в Париже. В 1903 году российский учёный Б.Л. Розинг создал систему передачи изображения с помощью электронно-лучевой трубки, позволявшую передавать изображение

простых геометрических фигур. В 1920-е годы Розинг значительно усовершенствовал свою систему, которая смогла передавать более сложные изображения. Аналогичные системы разрабатываются в США, Германии и других странах. В 1931 году появился иконоскоп, практически одновременно разработанный в СССР С.И. Катаевым и в США В.К. Зворыкиным. С 1931 года в СССР начинаются первые экспериментальные телепередачи.

Другим применением радиоэлектроники стала радиолокация, получившая широкое распространение в военном деле. Излучая радиоволны, можно было по отраженному от цели сигналу выяснить направление волны и её удаленность от источника излучения. Этот эффект был обнаружен ещё А.С. Поповым в 1897 году. В 1930-е годы технология радиолокации достигла уровня, позволявшего от экспериментов перейти к реальному использованию в военном деле. Первой радиолокационной станцией (РЛС) стал разработанный советским инженером П.К. Ощепковым «электровизор». В 1935 году радиолокация получила первое коммерческое применение: во Франции на лайнере "Нормандия" был установлен т.н. "Детектор препятствий", а в 1936 году в порту Гавра был установлен т.н. "Радиопрожектор" для обнаружения судов, входящих в гавань и покидающих ее. В том же году РЛС впервые была установлена на боевой корабль – эсминец ВМФ США «Лири». Эта установка получила название РАДАР (сокращенное обозначение от "Radio Detection And Ranging", т.е. радиообнаружение и измерение дальности). В ходе Второй мировой войны радары использовались в системе ПВО для обнаружения воздушных налётов и на флоте как для обнаружения самолётов, так и для поиска целей ночью и в сложных погодных условиях.

Следует отметить, что *в первой половине XX в. потребности во всё более и более сложных вычислениях привели к появлению электронных вычислительных машин (ЭВМ)*. На роль создателя первого компьютера имеется несколько претендентов. В Германии ЭВМ конструировал К. Цузе. Первый прототип под названием V-1 он построил в 1936-1938 годах, а в 1941 – более совершенную ЭВМ Z-3. Машины Цузе использовали двоичную систему вычислений, были программируемы (Цузе разработал для них набор команд, которые стали фактически первым языком программирования), функция вычисления и хранения памяти были разделены. Машины Цузе использовались немецкими авиастроителями. Но поскольку Цузе использовал в своей ЭВМ не электронные лампы, а электромеханические реле, то его приоритет как создателя компьютера оспаривается.

Одновременно с Цузе в США ЭВМ создавали Дж. Атанасов и К. Берри. Первая экспериментальная модель для проверки принципов работы была построена в 1939 году. Более сложный образец, предназначенный для решения алгебраических уравнений с большим числом неизвестных (до 30), был готов в 1942 году, хотя и не до конца отлажен. Работа Атанасова и Берри была прервана Второй мировой войной и не возобновлялась.

Начавшаяся война, похоронив проект Атанасова, создала выгодные условия для других аналогичных исследований. Для новых артиллерийских орудий требовались таблицы стрельбы (причём для разных климатически условий), составление которых требовало многочисленных вычислений, причём

ошибки были недопустимы. Компания IBM начала разработку ЭВМ для этой задачи. В результате в 1944 году была создана ЭВМ Марк-1, разработанная Г.Эйкеном, использовавшая, как и ЭВМ Цузе, электромеханические реле.

В 1944 году в Великобритании появился компьютер на электронных лампах – «Колоссус», разработанный А. Тьюрингом. «Колоссус» был программируемым, но предназначенным для довольно узких функций – разгадывания вражеских секретных кодов. Из-за специфики применения существование этой ЭВМ долгое время было скрыто. Поэтому первым компьютером обычно считается американская ЭВМ ENIAC, разработанная и построенная в 1943-1946 годах под руководством Дж. Моучли и Дж. Эккерта. Эта ЭВМ, как и Марк-1, предназначалась в первую очередь для составления таблиц стрельбы для артиллерийских орудий. В ней использовалось 18 тысяч электронных ламп. В работе над ENIAC участвовал в качестве консультанта математик Дж. фон Нейман, сформулировавший теоретические основы ЭВМ (авторство фон Неймана по отношению к этим принципам до сих пор оспаривается). В дальнейшем эти идеи были воплощены в ЭВМ EDVAC.

В СССР первые ЭВМ были созданы под руководством Сергея Александровича Лебедева (1920-1974), впоследствии директора Института точной механики и вычислительной техники АН СССР (1953-1973). В 1950 году он завершил работу над ЭВМ МЭСМ. МЭСМ считается одной из первых ЭВМ, производившихся серийно (наряду с разработанной Эккертом и Моучли UNIVAC, серийное производство которой началось в том же 1951 году). На этой машине проводились расчёты для советской атомной и космической программ. В 1952 году появилась разработанная С.А. Лебедевым более производительная ЭВМ БЭСМ (10 тысяч операций в секунду).

В целом научно-техническое развитие в эпоху мировых войн шло небывало бурными темпами. В этот исторический период были заложены основы для будущей научно-технической революции.