

УДК 621.3

**В.Ф. Борисенко, В.А. Сидоров**

*ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»*

## ПОВТОРЯЕМОСТЬ СОБЫТИЙ В ИСТОРИИ ТЕХНИКИ

В методологии научного познания существует несколько уровней [1]:

– регистрация и описание явления или объекта – в 1772 году комиссия Парижской академии наук исследовала метеориты и отвергла земное или атмосферное их происхождение, а варианты космического возникновения не рассматривались;

– определение закономерностей: качественных – в виде утверждений «если...то» или количественных в виде математических формул;

– обобщение известных зависимостей и формирование теории или концепции дальнейшего исследования;

– открытие и формулировка законов, определяющих сущность физического явления;

– аналогия – перенесение закономерностей с одной области знаний на другую – может быть весьма эффективным методом, при недостатке данных.

Окружающий нас мир подвержен циклам различной длительности – день сменяется ночью, за зимой следует весна, периодически повторяется период муссонов, Эль-Ниньо и Ла-Нинья и др. В историческом плане цивилизации наблюдается смена эпох – один строй сменяется другим, меняются орудия труда, источники энергии, условия жизни и др. Однако достижения прошедших эпох не забываются, не исчезают, а видоизменяясь продолжают своё развитие – повозка превращается в телегу, телега в карету, карета в пролётку – они все востребованы. Появляется автомобиль, становится основным видом передвижения, проходя циклы бензинового двигателя, дизельного, электрического. В определённый момент общество столкнулось с перепроизводством товаров, снизилась покупательная способность граждан – наступило время кризиса. Изменилось качество производимой продукции, появились новые технологические решения – начался рост промышленности. Вопрос цикличности становится основным для решения задач планирования и управления экономикой. В настоящее время одним из методов борьбы с перепроизводством становится снижение срока службы оборудования, что обеспечивает рост количества выпускаемых товаров и ускоренное заполнение мусорных полигонов.

Около века тому назад экономист Кондратьев Н.Д. [2] осмысливал ход развития глобальной

экономики, подверженной производству (перепроизводству) товаров, наличию войн на различных континентах, улучшению (ухудшению) отношений между ведущими игроками мирового рынка, изменению стоимости «золотого тельца», драгоценных металлов, бриллиантов, открытию новых месторождений нефти, газа, полиметаллов, алмазов и др. Гипотеза о том, что существуют большие волны и циклы была изложена в работе Туган-Барановского М.И. «Бумажные деньги и металл» [3].

В результате этих исследований была обнаружена цикличность во многих сферах человеческой деятельности, получившая название циклы Кондратьева. В современной экономической науке волны Кондратьева (45...64-летние) замыкают серию экономических циклов различной длины: инвестиционные волны Дж. Китчина 3...5-летние; 8...12-летние инвестиции в основной капитал (среднесрочные циклы) К. Маркса, К. Жюглара; 15...25-летние С. Кузнеца; ≈ 30-летние Р. Бронсона и др.. У Кондратьева Н.Д. нашлось масса последователей, которые отмечали периодичность в отдельных направлениях деятельности человечества с различными периодами. Длинные циклы Кондратьева Н.Д. лишь иногда прекрасно согласуются с этапами развития техники и технологий.

За многовековую историю человечества накопилось масса фактов, имеющих повторения (циклические или нециклические): войны, эпидемии, экономические кризисы, технические революции и др. В плане истории России можем выделить 100-летние циклы:

– 1612 год – окончание Смуты - народное ополчение под предводительством Минина и Пожарского освободило Москву от польских интервентов;

– начало 18-го века – Северная война – 1709 год – русская армия разгромила шведов в Полтавском сражении;

– начало 19-го века – французское вторжение в Россию – 1812 год – Бородинское сражение, Отечественная война;

– начало 20-го века – Первая мировая война;

– начало 21-века – война в Донбассе.

Можем выделить середину века:

– Крымская война 1853...1856 годов;

– Вторая мировая война 1939...1945 годов.

Есть 100-летние циклы 70...80-х годов:  
 – 1776...1778 годы – завоевание Крыма;  
 – 1877...1878 годы – русско-турецкая война – освобождение Болгарии;  
 – 1979 год – война в Афганистане.

Безусловно, войны влияют на экономическое состояние государства, на развитие техники, приводя к спадам и подъёму экономики. Вопрос технологических циклов, в последнее время часто рассматривается в связи с попыткой обосновать неизбежность перехода к шестому технологическому укладу [4], четвёртой промышленной революции [5]. Одновременно, существуют утверждения философов о том, что «наука XXI века будет нематериалистической, т. е. она не даст человечеству новых технологических возможностей в освоении мира» [6]. С другой стороны, ожидание «великой перезагрузки» [7], наряду с

предлагаемыми концепциями «светлого» будущего [8] требует точного понимания пройденного пути и технологических возможностей человечества в XXI веке.

Наиболее часто технологические циклы характеризуют графиками, подобными приведенным на рис. 1. При этом наряду с явными ошибками – авиастроение за годы Второй мировой войны имело значительный рост производства, а количество телевизоров начинает уменьшаться с начала 21-го века, в 2020 году снизился объём авиаперелётов и др. – графики содержат универсальную вертикальную ось с фиксированными минимальными и максимальными значениями синусоидальных колебаний. Первый полёт человека на Луну произошёл в 1969 году, согласно теории технологических циклов, следующая серия полётов ожидается в 2029 году?

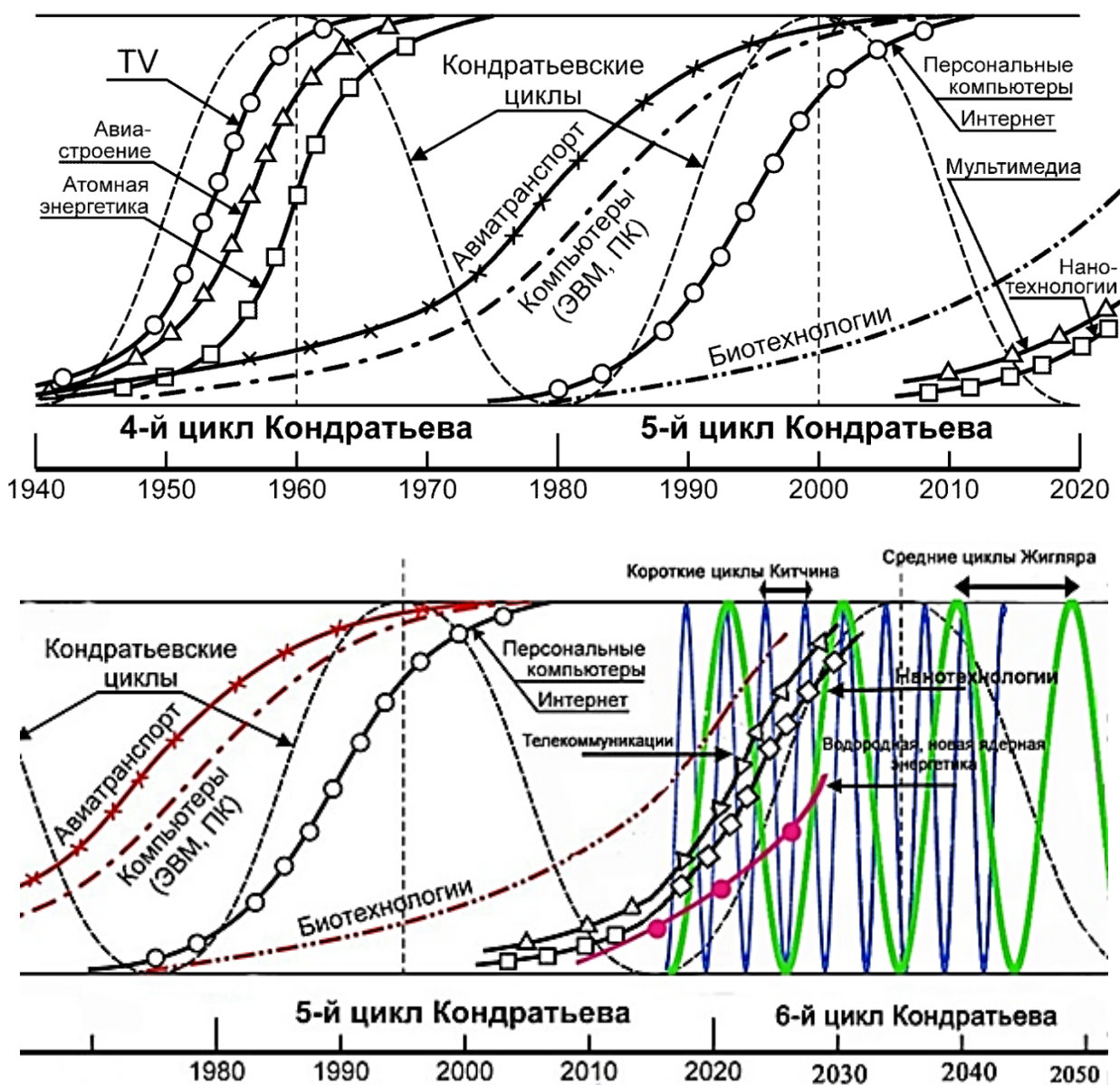


Рис. 1. Инфратраектории развития различных областей техники

В работе предполагается рассмотреть изменение энергетических источников современной цивилизации относительно электрической энергии.

Анализ составляющих, приводимых в различных интерпретациях технологических укладов, показывает, что последующие «эпохи» и «революции» не отвергают предыдущих достижений, а, дополняя, способствуют их развитию. В работе [1] определено, что «Всякая классификация преследует определенную цель, и выбор основания классификации диктуется как раз этой целью».

Реализация любого технического решения требует использование энергии. Когда мы говорим об энергии, то, в первую очередь, необходимо вспомнить определение понятия «энергия». Под энергией понимают способность тела совершать работу, главный постулат – энергия, не исчезает, а переходит в другие формы.

На заре первобытного общества события отличались постоянством и малой длительностью цикла: охота, собирательство, приготовление пищи, её потребление, защита от хищников и сил природы. Развитие технологий сельского

хозяйства привели к появлению избытка времени, избытку продуктов питания и увеличению количества мускульной силы, включая силу животных. Для преобразования энергии использовались приспособления, построенные на основе простых механизмов Архимеда: рычаг, ворот, блок, клин, винт. Пирамиды Египта, храмы Древней Греции, акведуки Древнего Рима, соборы средневековой Европы возводились без использования современной техники (рис. 2). Про мегалиты Баальбека не вспоминаем. Повторить эти достижения мы сейчас не можем, но ручной труд является основным при строительстве, ремонте механического оборудования, роботов, автомобилей, самолётов и при сборке космических ракет. Изменились приспособления, появились инструменты с особыми свойствами, приборы-советчики (например, лазерные центровщики) но в основе – сила мускулов, умноженная на багаж знаний, накопленных человечеством за прошедшие века.

Энергия воды и ветра использовались на протяжении всей истории человечества – водяные



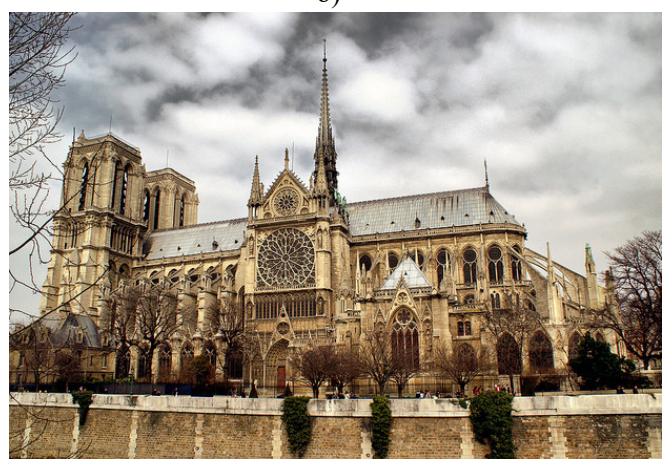
а)



б)



в)



г)

Рис. 2. Построено без использования современной техники:

а) пирамиды Египта; б) Храм Сегесты, Сицилия;

в) акведук Пон-дю-Гар; г) Собор Парижской Богоматери

(источник: <https://phototravelguide.ru/10-goticheskikh-soborov-srednevekovoi-evropy/>)

мельницы, гидроэлектростанции, плотины и др., ветровые мельницы, насосы, парусный флот, эпоха Великих географических открытий, ветровые генераторы и др. Значительно изменились формы использования. В настоящее время ветровые генераторы стали одним из элементов «зелёной энергетики», однако проблемы, связанные со шквалами, штормами, ураганами, полным штилем делают этот источник энергии непредсказуемым.

Современные электростанции эффективно используют силу падающей воды – электростанции: «Три ущелья» в Китае, бразильско-парагвайская ГЭС «Итайпу», российская «Саяно-Шушенская». Передать силу воды, возможно, без значительных потерь, на относительно небольшие расстояния. После преобразования в электрическую – расстояния увеличиваются до нескольких тысяч километров.

Одним из важных наблюдений были размышления вида – вода, испаряемая солнечной энергией, превращается в пар, остаётся преобразовать его в ветер, в закрытой ёмкости. Солнечную энергию из-за суточного и сезонного непостоянства заменили тепловой энергией сжигаемого топлива. На различных этапах в качестве топлива использовались: дрова, уголь, нефть, газ, атомная энергия. Воду поместили в замкнутую ёмкость (стальную) для возможности создания высокого давления. Схема использования энергии пара оставалась неизменной – нагрев воды в замкнутом объёме, создание необходимого давления и применение для реализации поступательного или вращательного движения.

На границе 17...18-го веков появился первый «паровичок» – дилижанс с паровым приводом (прообраз паровоза и автомобиля). Его изобретателем стал французский медик Дени Папен (Denis Papin). Французский инженер Николя Кюньо в 1769 году построил трёхколёсную безрельсовую повозку с паровым двигателем, который приводил в действие одно колесо при помощи храпового механизма. Первый пароход Фултона был испытан на реке Сена в 1803 году. В этом же году появилась конструкция первого паровоза и далее эти попытки повторялись. 27 сентября 1825 года открывается первая в мире общественная железная дорога Стоктон - Дарлингтон. Это предопределило следующий этап – «эпоху стали», продолжающуюся и по сей день. На смену идёт «эпоха пластика», но для создания паровых машин пластик не очень подходит.

Идея использования пара в качестве рабочего тела дала колоссальный толчок к развитию средств передвижения – пароходы, паровозы и привода механизмов промышленных

предприятий (до 1970 года на Донецком металлургическом заводе исправно работал паровой привод блюминга). Сегодня на тепловых и атомных электростанциях всё также применяются паровые машины (рис. 3).

Развитие науки об «электричестве» прошло большой путь развития от первой электростатической машины Отто фон Герике (1650 год) до мощных электродвигателей на постоянном и переменном токе, управляемых преобразователей, систем электропривода с векторным управлением (20-й век).

Следует сделать акцент на качественном скачке в развитии привода, т.е. отметить переход к новому уровню для выполнения той же технологической операции. Этот характер развития в обществе рассматривал в своих трудах немецкий философ Ф. Гегель (1770...1831 г.г.). У нас этот закон обычно формулируется как «закон отрицания отрицаний», т.е. переход к более высокому уровню развития за счёт отрицания (исключения) недостатков в том или ином виде деятельности, технологическом процессе, производстве и др. Так, например, двигатели, изготовленные в 20-м веке, успешно работают в современных системах компьютерного управления.

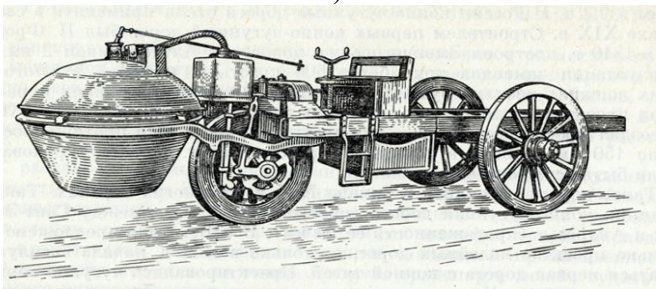
В работе [9] приведены основные изобретения, (открытия) с 17-го до середины 20-го века. Рассматривая временной интервал 50 лет как базовый ( $T_{баз}$ ), получаем зависимости от времени  $t$ : количества изобретений  $k_{из} \cdot f_1 = k_{из}(t)$  и плотности изобретений  $\Pi_{из} = k_{из} \times T_{баз} \cdot f_2 = \Pi_{из}(t)$  (рис. 4). Пик изобретательности приходится на период 19-го века, в это время цивилизация узнала все необходимые физические принципы для перехода в эпоху электричества. Наблюдаемый в настоящее время минимум может быть началом нового подъёма, нового цикла, новой эпохи. 20-й век – прорывной в плане создания новых элементов и на их базе - систем управления с новым качественным уровнем для решения сложных задач современных технологических комплексов.

Эти данные относятся именно к открытиям, позволившим изменить мир техники и технологии, благодаря применению электричества во всех сферах деятельности.

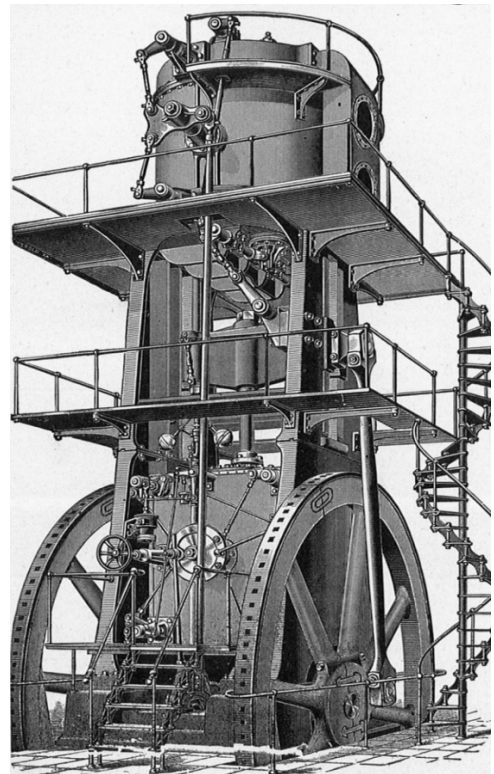
Относительно количества патентов будем наблюдать рост их числа в степенной зависимости и по настоящее время. Одновременно отмечаем рост сервисных технологий по контролю за состоянием, повышающих качество управления и др. Эти программы дополняют известные более 100 лет технические решения. Промышленная революция середины и окончания 19-го века, использовавшая в качестве источника энергии – электричество, одновременно с успехами



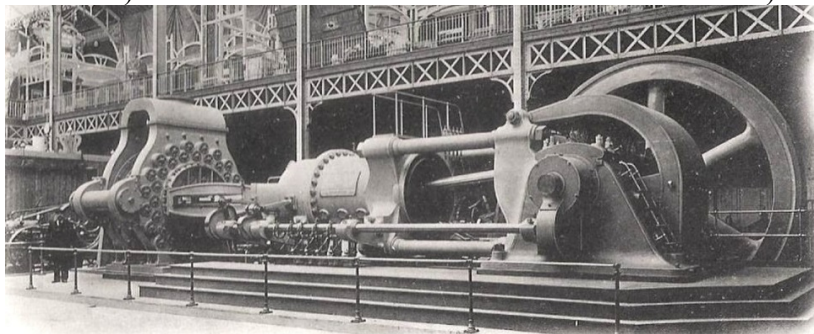
а)



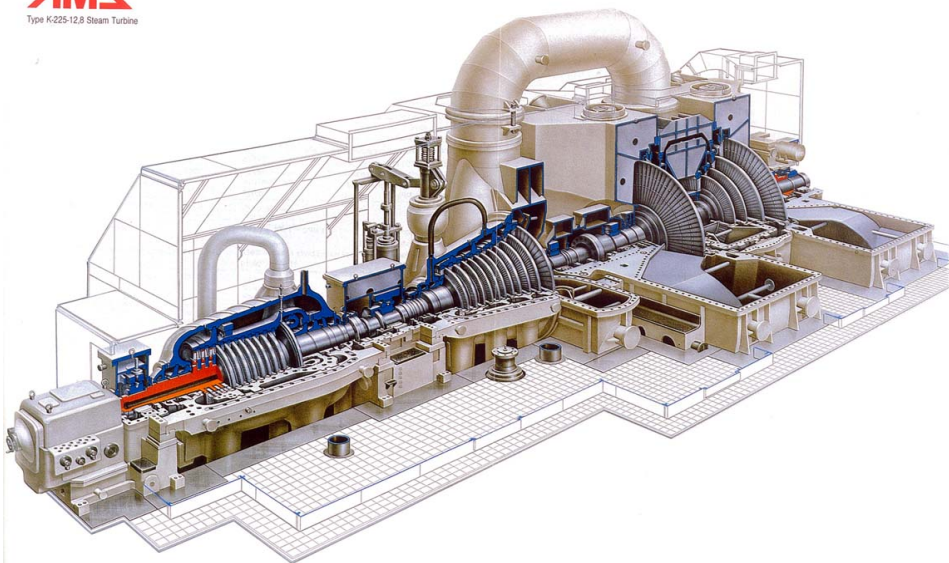
б)



в)



г)



д)

Рис. 3. Паровые машины:

а) турбина Герона Александрийского; б) повозка Кюньо; в) двигатель вертикального наддува Allis;  
г) двигатель Кокерилла; д) современная паровая турбина.

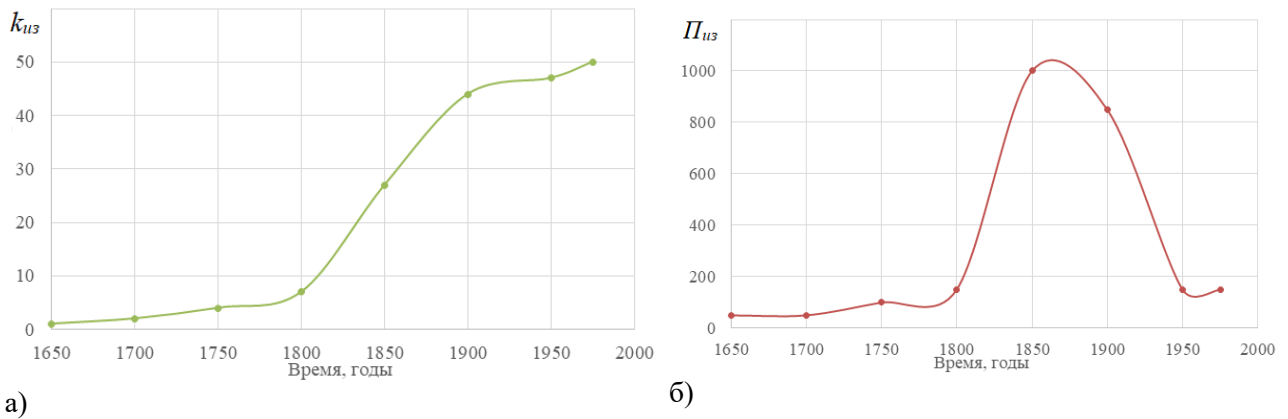


Рис. 4. Зависимости: а)  $f_1 = k_{из}(t)$ ; б)  $f_2 = П_{из}(t)$ .

металлургии и машиностроения привела к появлению уникальных механизмов.

Конструкторские решения, предвидение перспектив развития и качество технического обслуживания позволяют этим машинам, механизмам, конструкциям выполнять заданные функции и в настоящее время.

В некоторых случаях – это экспонаты в музеях, что весьма достойно для столь почтенного возраста. А в некоторых случаях – это действующее оборудование, находящееся в работоспособном состоянии. Всегда возникает вопрос – продолжать ли нам работать с этим оборудованием или списать в утиль и приобрести современное, универсальное, с числовым программным управлением и высочайшим уровнем искусственного интеллекта...

*Ответ первый* – передать в музей, технический парк, установить на территории предприятия как напоминание об эпохе индустриализации, создавшей могучую державу на 1/6 части суши. Новый виток индустриализации нас ожидает в ближайшее время и тезис – «кадры решают всё», необходимо будет вспомнить.

Повышенные энергетические затраты, высокие затраты на техническое обслуживание и ремонт делают эксплуатацию таких машин нерентабельной, да и во многих случаях уже нет условий для работы старой техники. Но башня Эйфеля в Париже стоит, несмотря на 2,5 миллиона устаревших заклёпок и высокую стоимость земли в столице французской республики (рис. 5).

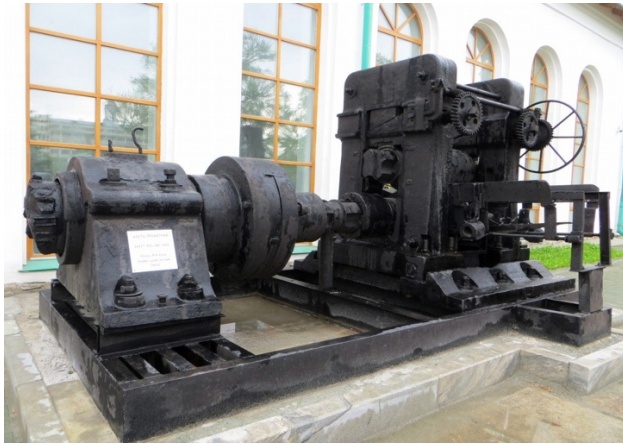
Возникает вопрос о целесообразности создания технических музеев на территории заброшенных заводов. Территория завода - всегда зона повышенной опасности, в работающем или не работающем состоянии. Музей технический в городе обязательно необходим, в доступной близости для школ и в условиях обеспечения безопасности при посещении. Интересуют не просто ржавые металлоконструкции, а основы технологической истории региона (рис. 6).

*Ответ второй* – использование по назначению. Предположим для обслуживания некоторого оборудования ранее выпускались станки – сейчас они не выпускаются, или перешли в разряд единичных изделий. Невозможно использование современного оборудования в габаритах исторического здания или сооружения. Одновременно, оборудование, которое работает долго – это визитная карточка ремонтной службы с сертификатом высокого уровня обслуживания. На этих примерах следует остановиться подробнее. Об Эйфелевой башне уже вспоминалось – забраться на смотровые площадки туристам помогают лифты, несмотря на несколько этапов реконструкции срок службы у них весьма солидный.

Часто вспоминают о работающей лампочке в пожарном депо калифорнийского города Ливермор. Включенная в 1901 году и по забывчивости не выключенная, она светит и сейчас. Заслуга ли это компании Shelby Electric Company, которая установила эту лампочку или забывчивости пожарных, исключивших воздействие динамических нагрузок при включении, история умалчивает.

Существует несколько широко известных примеров длительной эксплуатации оборудования, благодаря высокому качеству технического обслуживания. На рис. 7 показан вид рабочего колеса привода шлюзов Панамского канала, установленных в 1914 году и работавших без перерыва до 2002 года. В Пенсильвании в здании фирмы Mercedes Benz of Pittsburgh более 100 лет работает лифт, установленный компанией Marshall Elevator Company, в технологическом активе которой существуют работающие станки со столетним ресурсом, позволяющие поддерживать в работоспособном состоянии такое оборудование.

Умение сохранять и поддерживать традиции обслуживания старого оборудования является свидетельством возможностей фирмы в освоении современного оборудования. Среди лифтов башни Эйфеля есть один – самый старый.



а)



б)



в)



г)



д)

Рис. 5. Исторические памятники ушедшей технологической эпохи:  
 а) клеть прокатная, <https://fototerra.ru/photo-page/Russia/Ekaterinburg/268516>;  
 б) паровоз на территории Макеевкокса; в) изложницы на платформе;  
 г) бессемеровский конвертер в музее завода – Шеффилд, Великобритания;  
 д) башня Александра Гюстава Эйфеля.

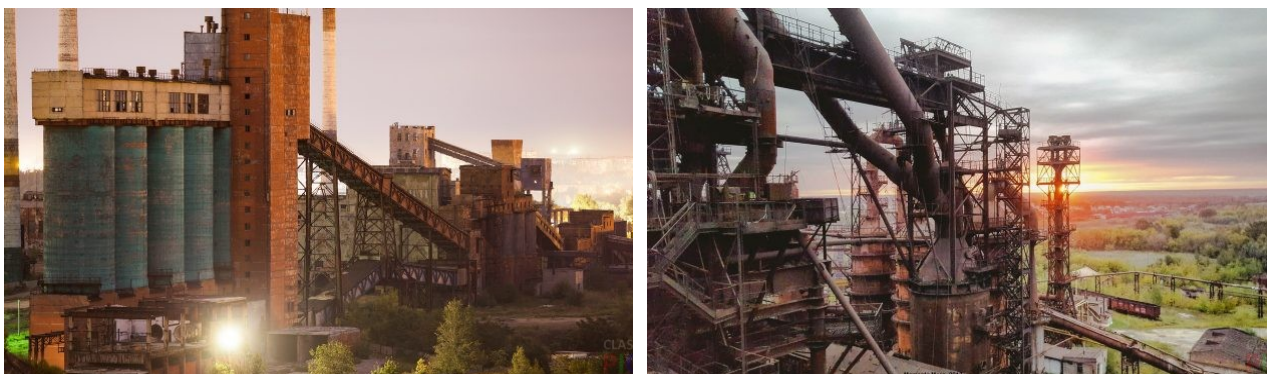


Рис. 6. Зброшенне заводские территории.



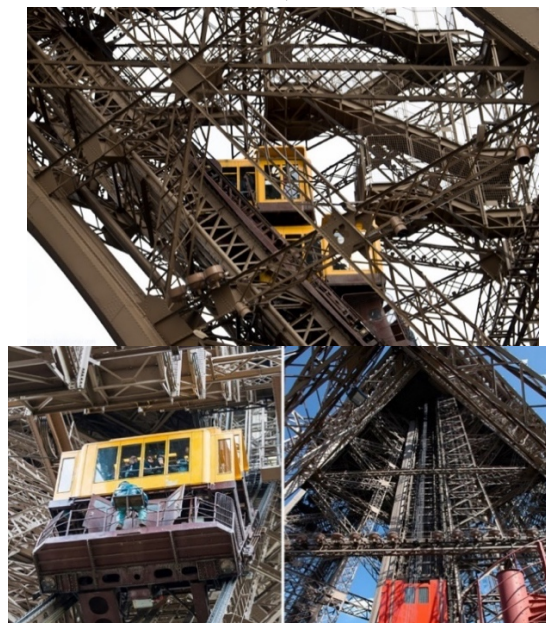
а)



б)



в)



г)

Рис. 7. Примеры длительной эксплуатации оборудования:

- а) колёса привода открытия шлюзов Панамского канала;
- б) машинное отделение лифта с ресурсом более 100 лет;
- в) лифт фирмы Отис в Глазго, Шотландия работает с 1856 года;
- г) лифты Эйфелевой башни.

Примером такого промышленного работающего музея является механический цех отдела Главного механика одного из металлургических предприятий Донбасса. Отделы главного механика, сформированные в 20-х...30-х годах

прошлого века на металлургических предприятиях, выполняли роль машиностроительного предприятия, которое обеспечивало работающие машины и технологии запасными, быстроизнашивающимися изделиями. Соответственно,



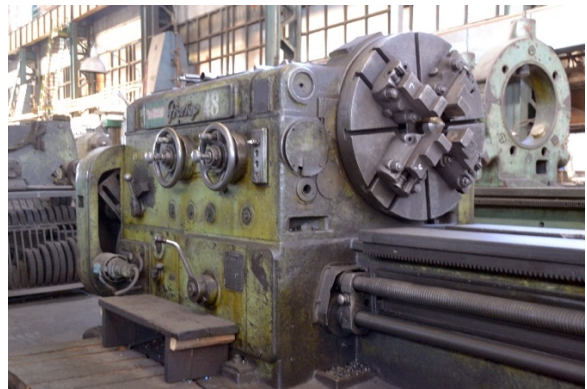
появление новой технологии сопровождалось приобретением металлорежущих станков, обеспечивающих данную технологию. Предположим, для ремонта типового загрузочного двух конусного засыпного аппарата доменной печи необходимо выточить штангу большого конуса диаметром 280 мм и длиной 17500 мм. На обычном токарном станке это не изготовить, необходим специальный, вот и появляется в механическом цехе станок немецкой фирмы *Froriep* – старожилы уже не помнят, с какого года станок работает, да и логотип у этой фирмы сейчас поменялся. Появляется необходимость выполнять операции по шлифовке цилиндрических деталей – в цеху появляется станок немецкой фирмы *Waldrich*. Многое изменилось, да и фирма по-иному называется, а станок работает (рис. 8).

Работает в цеху и американский шлифовальный станок фирмы *Niles Tool Works Co, Hamilton Ohio* для обработки зубчатых колёс. И американский *Le Blond*, тоже из штата Огайо. По мнению

профессионалов: «весьма работоспособные и хорошо продуманные станки, на производстве ценятся». Станки этой фирмы поставлялись по ленд-лизу во время войн, но были и в годы первых пятилеток.

Есть и карусельный *Bullard* и гидравлический строгальный станок *Rockford Hy-Draulic* фирмы *Rockford Machine Tool*, изготовленный в 1924 году (рис. 9).

Наиболее дорогостоящее логистическое плечо на планете Земля расположено в пределах прямой видимости – на расстоянии 388 км от поверхности – это международная космическая станция (МКС) [8]. Перемещение из пункта А в пункт Б в истории человечества всегда было актуальным вопросом. При массе  $m$  и расстоянии  $L$  человеку потребуется для этого совершить работу  $m \times g \times L$  ( $H \times m = Дж$ ). Появляются энергетические затраты, которые необходимо компенсировать или переложить на объект для передвижения с массой  $m_1$ : лошадь, верблюд, слон, ездовые

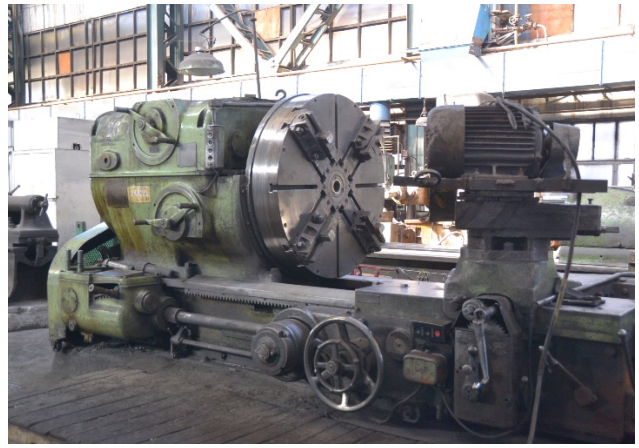


а)



б)

Рис. 8. Станки механического цеха:  
а) фирма *Froriep*; б) фирма *Waldrich*.



а)



б)



в)



г)



Рис. 9. Станки механического цеха:  
а) фирма *Niles Tool Works Co, Hamilton Ohio*; б) фирма *Le Blond*;  
в) фирма *Bullard*; г) фирма *Rockford Machine Tool*.



Рис. 10. Проблемы «зелёной» энергетики:

- а) утилизация лопастей ветряков; б) солнечные панели зимой; в) солнечные панели после шторма; г) очистка лопастей от снега; д) техническое обслуживание ветрогенератора.

собаки и др., что определяется условиями существования. В этом случае перемещаемая масса увеличивается –  $m+m_1$ . Массе  $m_1$  также потребуются возместить энергетические затраты, но пока численность населения планеты не превышала 1 млрд. человек, это не представляло большой проблемы.

Одновременно появляется желание быстрого перемещения для оперативного решения поставленных задач. В этом случае для перемещения со скоростью  $v$  необходимо затратить мощность –  $m \times g \times L \times v = Дж/с = Вт$ . Конная тяга и сила ветра, обладая ограничениями по используемой мощности на определённом этапе становятся недостаточно быстрыми. Появляются паровые машины, железные дороги и общественный транспорт –

перемещать одного пассажира по железной дороге несколько накладно, слишком велика дополнительная масса. Двигатель внутреннего сгорания, реактивный двигатель позволили повысить скорость передвижения, но потребовали больших затрат по мощности. Перемещаться на автомобиле в черте города можно быстро, пока автомобили были у 1/10 части населения города. Если пешеходу для передвижения потребуется площадь менее  $0,2 \text{ м}^2$ , площадь которую занимает автомобиль, составляет, согласно установленным СНиП, для стандартного легкового автомобиля: ширина – до  $2,5 \text{ м}$ ; длина – не менее  $5,3 \text{ м}$ ; площадь –  $13,25 \text{ м}^2$ . Ширина улиц, архитектурные и транспортные решения формировались в тот период, когда автомобилей было мало.

Автомобилей стало больше, добавился общественный транспорт (автобусы, трамваи, троллейбусы) и город останавливается в пробках, а необходимы площади под стоянки, АЗС, СТО и др.

Предложение использовать летающие электромобили, появившееся в последнее время, можно рассматривать лишь в индивидуальном аспекте. Количество электрической энергии на планете пока имеет ограничения. Водохранилища гидроэлектростанций с течением времени зарастают, тепловые электростанции требуют топлива (уголь, нефть, газ), атомные электростанции ограничены по запасам урана, ветровые и солнечные электростанции зависимы от погодных условий, имеют низкий срок службы и требуют квалифицированного технического обслуживания. Уже сейчас вопрос утилизации металлопластиковых лопастей ветровых электрогенераторов становится проблемой. И всё же эффективнее электрической энергии на планете не существует, возникает вопрос о рациональном её использовании (рис. 10).

Наличие энергии является основным условием для технологического развития цивилизации. Электрическая энергия для телефонной связи ранее не рассматривалась в качестве основного потребителя. Сейчас мобильных телефонов, смартфонов, айфонов – 3,5 млрд. и это число будет увеличиваться, добавим к этому сеть интернет, компьютеры, телевидение, радио, ноутбуки, планшеты и др. Энергопотребление одного смартфона составляет 0,004 кВт, умножим на  $3,5 \times 10^9$  и добавим потребление передающих станций.

Технологическая эволюция не следует тенденциям законом Мура – вычислительная мощность удваивается каждые два года, а ёмкость батареи удваивается только каждые десять лет. Но у аккумуляторов литий-ионных тоже есть срок службы, утилизация этих элементов также потребует своего решения. И если не вспоминать о прошлых достижениях мы можем стать цивилизацией «мусора».

Ещё один пример прогнозируемого повторения событий в истории техники. Полёт первого искусственного спутника Земли произошёл в 1957 году. Количество запусков космических кораблей с этого момента началось увеличиваться сначала в линейной, потом в степенной зависимости при постоянном увеличении значения степени.

Ракетные двигатели начали печатать на принтере, первые ступени возвращать на космодром, началась эпоха мини-спутников, создание мировой сети интернет. Одновременно увеличивается

количество космического мусора и если пятно пластика в Тихом океане можно обойти, то добраться до космической орбиты при определённой концентрации обломков спутников, солнечных панелей, отработавших двигателей и др. элементов космических технологий не получится. Цикл освоения околоземного пространства в истории человечества может завершиться.

### Выводы

Концепция технологических укладов, в целом отражая современный уровень развития техники и технологий, приводит к прогнозу увеличения сложности технологических процессов и систем управления. Наряду с этим увеличение сложности системы снижает уровень её надёжности, что в условиях техногенной цивилизации приводит к повышению риска возникновения непредсказуемых последствий.

Генерация новых идей в материальном развитии дает возможность продлевать срок жизни техногенной цивилизации, включая не реализуемые идеи освоения космического пространства на базе энергии химических реакций.

Современная цивилизация базируется на совершенствовании достигнутых технологий, что обеспечивает развитие и расширение области их применения. Преобладание сервисных технологий делает процесс развития более уязвимым при отдельных изменениях. Сервисные технологии повышают комфортность существования, управления, но не продвигают технологии вперёд.

### Список литературы

1. Ивин А.А. Искусство правильно мыслить 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1990. – 240 с.: ил.
2. Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения / Сост. Ю. В. Яковец. – М.: Экономика, 2002. – 768 с. – ISBN 5-282-02181-1.
3. Туган-Барановский, М. И. ... Бумажные деньги и металл / Проф. М.И. Туган-Барановский. – Петроград: [юрид. кн. скл. "Право"], 1917. – 168 с.: табл., диагр.; 22.
4. Шваб, К. Четвёртая промышленная революция / К. Шваб – «Эксмо», 2016 – (Top Business Awards) – 138 с. ISBN 978-5-699-90556-0.
5. Липкин, Е. ИНДУСТРИЯ 4.0: Умные технологии – ключевой элемент в промышленной конкуренции / Е. Липкин / М.: ООО «Остек-СМТ», 2017. – 224 стр. ISBN 978-5-9907248-2-2.
6. Острецов, И. Н. Введение в философию ненасильственного развития: Монография. – Ростов на Дону, Комплекс, 2002. – 231 стр.

7. Клаус Шваб, Тьерри Маллере. COVID-19: Великая перезагрузка. ФОРУМ ИЗДАТЕЛЬСТВО Выпуск 1.0 – 114 с. Москва. «Манн, Иванов и Фербер», 2021. – 472 с.
8. Питер Диамандис, Стивен Котлер. Будущее быстрее, чем вы думаете. Как технологии меняют бизнес, промышленность и нашу жизнь. 9. Борисенко, В. Ф. Введение в специальность: Учебное пособие. 2-е изд-е, переработанное / В.Ф. Борисенко. – Донецк: Изд-во «Ноу-лидж» (донецкое отделение), 2014. – 375 с.

**Сведения об авторах**

**В.Ф. Борисенко**

SPIN-код: 5895-9776  
 Телефон: +7 (949)354-89-96  
 Эл.почта: borissenko.vp@gmail.com

**В.А. Сидоров**

SPIN-код: 2618-4815  
 Телефон: +7 (949)312-79-13  
 Эл. почта: sidorov\_va58@mail.ru

*Статья поступила 14.03.2022 г.  
 © В.Ф. Борисенко, В.А. Сидоров, 2022*