

В. П. Соловійов

Державний університет “Інститут досліджень  
науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва НАН України”

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ ПЕРЕДУМОВИ ІНДУСТРІАЛЬНИХ РЕВОЛЮЦІЙ: КРОК ДО МАЙБУТНЬОГО

© Соловійов В. П., 2017

Розглянуто періодизацію індустріальних (промислових) революцій XVIII–XX ст. Охарактеризовані соціально-політичні умови в періоди промислових революцій та взаємний вплив технологічних перетворень і соціальних процесів на цих часових інтервалах. Прослідковано розвиток економічної думки у зв'язку з революційними технологічними перетвореннями світової виробничої системи у межах співвідношень принципів економічного зростання та економічного розвитку. Висловлено гіпотезу про сутнісні перспективи четвертої промислової революції.

**Ключові слова:** індустріальні революції, технологічні перетворення, триєдність світобудови, економічне зростання, економічний розвиток, ринкова поведінка, НБІК-технології.

V. P. Soloviov

Dobrov Institute for S&amp; T Potential and Science History Studies of NAS of Ukraine

## TECHNOLOGICAL AND SOCIAL PRECONDITIONS OF THE INDUSTRIAL REVOLUTION: STEP TO THE FUTURE

© Soloviov V. P., 2017

The industrial revolutions are seen as new technological challenges that government would like to provide. At the same time, the concept of revolution is associated with social chaos, which is a serious obstacle possible through extrapolation to predict the specific content of new technological and social challenges. The doubts about the possibility to find the strength and to confront these challenges are lead to thoughts – would not have been worse. The industrial revolution, in contrast to social revolutions, is not only unexpected, but greatly not desirable event for most citizens. Although the industrial revolution is accompanied by events that activate and exacerbate social processes, but the industrial revolution is still the path to global good, at least for their remote consequences, in a time when social revolutions are purely local in nature and usually the result of political differences.

It is believed that the previous three industrial revolutions were based on alternate new understanding of the role of one of the elements of universe forming a triad: substance (steam engine, 1780-ies), energy (electromagnetic field, 1860-ies) and information (electronic computers, 1940-ies). On the basis of this periodization of events, we can assume that the fourth industrial revolution with a high probability should be expected in the 2020-ies. At the same time, one of the most common views about the technological basis of a new revolution is that the framework should be comprehensive. This, according to many scientists is the so-called NBIC-technologies (Nano-Bio-Info-Cogni), which, in fact, traced the same triple of substance, energy and information. It is really: nanotechnologies represent a new, which is already practically used, structural properties of matter; modern biotechnology provides us

with new, more efficient energy options; cognitive technologies demonstrate the advantages of information sharing concepts instead of sharing discrete and analog signals. The fourth element is information technology – is present here only as the basis of the core technology of the previous industrial revolution that has not yet exhausted its possibilities. Prior to the period of the first industrial revolution is the turning point in the views of the social role of the economy, as evidenced by the attempt of the French physician Francois Quesnay give physiocrats description of the relations in the economy different sectors of society, and the emergence of more well-known fundamental economic difficulty of the English philosopher Adam Smith " *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*". In the 1850s – 1870s (the period of the second industrial revolution), a dramatic transformation occurred in the economy that is associated with the names of Karl Marx and Alfred Marshall. And if Marx has shown convincingly the social contradictions of capitalism, then A. Marshall was able with one voice to explain the principles of the classical economic theory of marginalism, which marked the beginning of the theory of entrepreneurship. The period of the third industrial revolution is characterized by the clarification of the role of the state in managing the economy, along with the undoubted character of its market. Come in sight the doctrine of Keynes, which eventually improved to the so-called neokeynesionism. However, there are new ideas about the market behavior of business entities. These views were connected with the attempt of Friedrich Hayek to understand the role of information as a factor in the effectiveness of market behavior. The main issue is the question of the technological core of the new industrial revolution. If we accept the hypothesis of the predestination of direction of change ready for the revolutionary transformation of the elements of the triad universe, we can assume that revolutionary technological changes will occur through the development of new properties of matter. But the main thesis that I would like to defend is that of the industrial revolution, in contrast to social revolutions, carry a charge of new benefits and new opportunities of development for all humanity.

**Key words:** industrial revolutions, technological transformation, trinity of the universe, economic growth, market behavior, NBIC – technologies.

**Постановка проблеми.** Як показує історичний досвід, періоди промислових (індустріальних) революцій збігаються з підвищенням у світі соціальної напруженості, соціальними революціями і навіть війнами. У нашому випадку ми аналізуватимемо події у періоди, близькі до 1780-х, 1860-х і 1940-х років, які пов'язані з глибокими інноваційно-технологічними перетвореннями. Саме ці періоди називають періодами промислових революцій, оскільки вони характеризуються такими принциповими змінами відносин у світовій виробничій системі: речових відносин – поява парового двигуна (1780-ті роки), енергетичних відносин – активізація використання електрики (1860-ті роки) та інформаційних відносин – ідея електронного перетворювача необмеженої швидкодії і безмежної пам'яті (1940-ві роки).

Індустріальна революція – це насамперед нові технологічні виклики, які хотілося б передбачити. У той самий час поняття “революція” асоціюється у нас з соціальним хаосом, який є відчутною перешкодою можливості екстраполяцією передбачити конкретний зміст нових технологічних і соціальних викликів. Від цього і сумніви у можливості знайти сили протистояти цим викликам, а також і побоювання, щоб не було гірше.

Утім, коли йдеться про індустріальну революцію, то навряд чи є сенс безпосередньо ототожнювати її з революцією соціальною, яка, як правило, є не лише несподіваною, а й значною мірою неочікуваною подією для більшості громадян. Крім того, соціальні революції мають локальний характер. Хоча індустріальну революцію і супроводжують події, які активізують та загострюють соціальні процеси, але індустріальна революція – це в певному сенсі шлях до загальнопланетарного блага, принаймні за своїми віддаленими наслідками.

Намагаючись зрозуміти формування революційних подій у сфері технологій, не потрібно забувати, що соціальні фактори напруженості у суспільстві, які доводять інколи до соціальних

катаклізмів, можна вважати спусковим курком індустріальної революції. І дослідження певних паралелей у розвитку індустріальних і соціальних революцій можуть бути корисними для аналізу суті індустріальних революцій, а також і для прогнозу відповідних структурних змін в економіці.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для зниження ризиків наслідків майбутньої індустріальної революції, на думку Клауса Шваба, висловленої у його есе “Четверта Індустріальна Революція: виклики та можливості” [1], представленого ним на суд учасників Давоського економічного форуму 2016 року, є колективне розуміння того, “як технологія впливає на наше життя і переформатовує нашу економіку – соціальну, культурну, а також людське середовище”. Необхідність акцентування на колективне розуміння пов’язана, на його думку, з тим, що “...сьогодні ті, хто приймає рішення, часто скуті традиційним лінійним способом мислення, або занадто перевантажені кількістю кризових явищ, що потребують їхньої уваги, щоб стратегічно задуматися про силу змін та інновацій, які формують наше майбутнє”.

Вважається, що попередні три промислові революції ґрунтувалися на новому осмисленні ролі одного з елементів світоутворювальної тріади: речовини (паровий двигун, 1780-ті роки), енергії (електромагнітне поле, 1860-ті роки) та інформації (електронні обчислювальні машини, 1940-ві роки). Враховуючи цю періодизацію подій, можна вважати, що четверту індустріальну революцію з високою ймовірністю необхідно очікувати у 2020-х роках. При цьому одне з найпоширеніших уявлень про технологічну основу нової революції полягає у тому, що ця основа повинна бути комплексною. Такою, на думку багатьох вчених, є т. зв. НБІК-технологія (Нано-Біо-Інфо-Когні), у якій простежується та сама триєдиність речовини, енергії та інформації. Справді, нанотехнології символізують нові, які вже фактично використовуються, структурні властивості речовини; сучасні біотехнології відкривають перед нами нові, ефективніші енергетичні можливості; когнітивні технології демонструють переваги інформаційного обміну поняттями замість обміну дискретними і аналоговими сигналами. Четвертий елемент – інформаційні технології – присутній тут лише як базова основа стрижневої технології попередньої індустріальної революції, яка ще не вичерпала своїх можливостей.

Проте можлива й інша гіпотеза з приводу технологічної основи нової індустріальної революції. Ця гіпотеза ґрунтується на циклічному характері формування основних чинників цивілізаційного розвитку, коли основою індустріальної революції є один з елементів зі згаданої тріади. У цій гіпотезі НБІК-технології відводиться роль “колиски” основного технологічного потенціалу нової індустріальної революції, а що стосується безпосередньо її базової технології, то вона залежить не тільки від функціональних характеристик цих технологій, але й від економічних і соціальних факторів, що визначають відносини суб’єктів господарської діяльності в період, що безпосередньо передує базовим (революційним) технологічним змінам. Для обґрунтування цієї гіпотези розглянемо докладніше економічні і соціальні деталі становлення попередніх індустріальних революцій. При цьому спиратимемося на уявлення про економічну динаміку, якого дотримувався Йозеф Шумпетер [2].

Він вважав, що революційні технологічні зміни тісно пов’язані з періодами критичного стану економіки, який стимулює саме розвиток економіки, відбувається дискретно в часі у міру виснаження резервів зростання економіки в періоди її кругообігу. Саме ці дискретні події розвитку економіки ототожнюватимемо з індустріальними революціями.

Згідно з економічними теоріями XVIII–XX ст., що ґрунтуються на теоретичних положеннях французького економіста Ж.-Б. Сея [3], обсяг виробничого випуску ( $q$ ) визначається такими трьома факторами виробництва: земля (природні ресурси,  $N$ ), праця (фізична, управлінська, інтелектуальна,  $L$ ) і капітал (деякий запас природних ресурсів або якоїсь праці, що зіставляються з деяким еквівалентом обміну у вигляді грошей або “благородних” металів,  $K$ ). Тут ми знову бачимо тріаду, елементи якої підпорядковуються згаданим умовам єдності. Більше того, за дескриптивного підходу ми можемо вважати, що природні ресурси – це економічний вираз речовини, праця – це економічний вираз енергії і капітал – це економічний вираз інформації.

Згідно з принципами динаміки економічного зростання, рівень необхідного випуску продукції можна розраховувати, беручи до уваги можливість обмінювати наявний у суб'єкта господарської діяльності потенціал праці на критично необхідний йому обсяг ресурсів, або ж наявний у суб'єкта господарської діяльності потенціал ресурсів на критично необхідний йому обсяг праці. Можливість такого обміну забезпечується наявністю інформації, носієм якої в економічному сенсі є капітал. Формально обсяг продукції описується т. зв. виробничою функцією:

$$q = f(N, L, K).$$

Дискретна подія розвитку економіки характеризується зміною способу комбінування факторів виробництва, що можна інтерпретувати як заміну функції  $f$  функцією  $\phi$ . Тобто "післяреволюційна" виробнича функція матиме такий вигляд:

$$q = \phi(N, L, K).$$

Згідно з моделлю економічного розвитку, запропонованою Й. Шумпетером, поява базової технології, яка визначає заміну функції  $f$  на функцію  $\phi$ , є неконтрольованим явищем. З погляду економіки зміна способу комбінації факторів виробництва здійснюється вилученням з економіки кругообігу необхідних елементів ресурсів і праці в умовах, коли ризики вкладення капіталу у модернізацію виробництва, що визначає економічне зростання, і в проривні інновації, що визначають економічний розвиток, стають порівнянними, але очікувана результативність цих вкладень стає істотно різною – проривна інновація обіцяє значно більший економічний ефект.

Якщо звернутися до першої промислової революції, то ми бачимо, що бажання використовувати пару, як робоче тіло двигуна, у конкретних виконавців господарської діяльності з'явилося задовго до реального втілення цієї ідеї у практику.

Перший відомий пристрій, що приводиться в рух парою, згідно з даними Вікіпедії, був описаний ще Героном Олександрійським в першому столітті нової ери. Реальна парова турбіна була винайдена набагато пізніше, у середньовічному Єгипті у XVI ст. турецьким астрономом, фізиком та інженером Такаюддином аш-Шамі. Першим застосованим на виробництві паровим двигуном була "пожежна установка", сконструйована англійським військовим інженером Томасом Севері в 1698 р. На свій пристрій Севері тоді отримав патент. На початку XVIII ст. використанням різних варіантів парової машини почав займатися англійський коваль Томас Ньюкомен. Тобто потенціал експериментального використання парової машини за більш ніж півтори тисячі років до моменту, коли в 1781 р. свій патент на парову машину отримав механік-самоучка Джеймс Уатт, був накопичений значний.

Однак для того, щоб його парова машина досягла необхідного Джеймсу Уатту ефекту, йому довелося провести багато дослідів над кипінням води, вивчити пружність водяної пари за різних температур. Також необхідно було виготовити кілька зразків машин, випробування яких закріплювали б результати його досліджень. Це потребувало великих фінансових витрат. Спроби Уатта поставити свої винаходи на комерційну основу не мали успіху до того часу, поки він не вступив у ділові відносини з підприємцем Меттью Болтоном, який не тільки сприяв виробництву парових машин, але й успішно лобював у парламенті продовження патенту Уатта, що дало можливість компанії встановити сотні парових машин "Болтон і Уатт" у Британії і за кордоном, спочатку у шахтах і на заводах. Спільна компанія "Boulton and Watt" успішно діяла впродовж двадцяти п'яти років, в результаті чого Уатт став дуже заможною людиною.

Одночасно друга половина XVIII ст. характеризується наростанням соціальної напруженості. Саме тоді відбулася Велика французька революція, що характеризувала слабкість верховної влади в Європі. До цього ж періоду належить злам в уявленнях про соціальну роль економіки, про що свідчить спроба французького лікаря Франсуа Кене дати фізіократичний опис відносин в економіці різних верств суспільства, і поява більш відомої фундаментальної економічної праці англійського філософа Адама Сміта "Дослідження про природу і причини багатства народів".

Звертаючись до досвіду першої промислової революції, доводиться визнати небезпідставність побоювань ідеологів четвертої промислової революції щодо її можливих негативних наслідків для соціуму.

Клаус Шваб та деякі інші учені вважають, що нова революція може поглибити нерівність у суспільстві [4]. Йдеться про її потенціал руйнувати ринки праці, коли роботи будуть замінювати

живих людей, а в найбільшому виграші будуть ті, хто забезпечує інтелектуальний і фізичний капітал: винахідники, акціонери та інвестори.

Різно зростаючий попит на робітників високої кваліфікації і зниження потреби в робітниках з низькою кваліфікацією може призвести до того, що багато робітників і представників середнього класу можуть втратити віру у майбутнє і їхня поведінка визначатиметься побоюванням за долю, як свою, так і своїх дітей.

Ці побоювання підтверджуються подіями, що є наслідком першої промислової революції. На початку XIX ст. Європою прокотилася хвиля протестів проти технологічного розвитку виробництва. Основним центром зародження цих процесів вважається Англія, де виник рух луддитів. Бурхливий розвиток технологій в текстильній промисловості зумовлений насамперед застосуванням парової машини Джеймса Уатта, що призвело до знецінення праці ремісників, а розквіт буржуазії вплинув на збідніння дворянства. Ці дві соціальні формації фактично хотіли б зупинити прогрес. Тому луддити вривалися на фабрики та ламали прядильні і ткацькі верстати.

Проте оновлення технологій виробництва стимулювало буржуазію активно протидіяти ремісникам і змусило уряд Англії активно включитися у боротьбу за науково-технічний прогрес. Хоча багато відомих особистостей того часу були на боці луддитів (зокрема, активно підтримував рух луддитів в англійському парламенті лорд Байрон), проте британський уряд був змушений направити дванадцятитисячне військо на придушення заворушень, після чого рух луддитів був розгромлений.

Використання військ для придушення повстання луддитів свідчило про безумовну підтримку урядом процесу технологічного розвитку виробництва на інноваційній основі, без чого перемога першої промислової революції могла б бути знову відсунута у часі, а може і в просторі.

Час другої промислової революції, пов'язаної з потужними перетвореннями енергетичної складової світу, також збігається з низкою соціальних революцій в Європі. Цей період називають "Весною народів". Одночасно в економічному плані виснажується процес колоніального розвитку, і інтелектуальний потенціал другої промислової революції отримує фінансову підтримку безпрецедентного експорту капіталу з Англії.

Сам по собі інтерес до електрики, як і інтерес до властивостей пари, виник давно [5]. У 1600 р. з'явився сам термін "електрика" ("янтарність"). Першу теорію електрики створив американець Бенджамін Франклін, який розглядав електрику, як "нематеріальну рідину" – флюїд. Він також увів поняття позитивного і негативного заряду, винайшов блискавковідвід і його допомогою довів електричну природу блискавки. Вивчення електрики переходить у категорію точної науки після відкриття у 1785 р. закону Кулона.

Перетворення науки про електрику під час другої промислової революції пов'язують з діяльністю Майкла Фарадея, який відкрив електромагнітну індукцію, яка була покладена в основу сучасного промислового виробництва електрики і багатьох її застосувань. Він створив першу модель електродвигуна. Першим передбачив електромагнітні хвилі. Він фактично є основоположником вчення про електромагнітне поле, яке потім математично оформив і розвинув Максвелл. Основний ідейний внесок Фарадея у фізику електромагнітних явищ полягав у відмові від Ньютонового принципу дальності і у введенні поняття фізичного поля – безперервної області простору, суцільно заповненої силовими лініями, що взаємодіють з речовиною.

Крім соціальної напруженості в 1850-х – 1870-х рр., кардинальні перетворення відбулись в економіці, що пов'язано з іменами Карла Маркса і Альфреда Маршалла. І якщо К. Маркс переконливо показав соціальні суперечності капіталізму, то А. Маршалл зміг з єдиних позицій викласти принципи класичної економічної теорії маржиналізму, який поклав початок теорії підприємництва.

Нові імпульси розвитку промисловості були пов'язані з виробництвом інтелектуального продукту, що пов'язано, зокрема з яскравими іменами Томаса Едісона і Ніколи Тесли. Період другої промислової революції характеризується переходом до багатогалузевого господарства. Почали бурхливо розвиватися такі галузі, як хімія, металургія, транспортні перевезення. У той самий час спостерігалися характерні для промислових революцій сплески безробіття. Так,

наприклад, в англійській металообробній промисловості безробіття в 1850–1860 рр. перевищило рівень докризового періоду більш ніж у п'ять разів [6]. У період бурхливого росту промисловості у США підприємству “Карнегі стіл” у 1870-х роках вдалося домогтися триразового збільшення випуску продукції і одночасно у цей період персонал підприємства скоротився з 3400 працівників до 3000. Аналітики вважають, що успіх “Карнегі стіл” пояснюється умінням пристосувати “механічні винаходи”, доступні сталеливарним підприємствам, по всьому світу на користь конкретного підприємства. Важливу роль тут відігравали не тільки внутрішні раціоналізації, але і якісне управління та організація праці. Розуміння ролі інтелектуальної праці характеризувалося тим, що власники фірм виявляли “щедрість по відношенню до усіх працівників розумової праці”: їм надавалися “прекрасні будинки ... екскурсійні поїздки в Європу і численні пільги” [7]. Це позитивно впливало на добробут усіх працюючих на підприємстві, виховувало у них повагу до інтелектуального продукту, і в той самий час сприяло розвитку цілої галузі.

Третя промислова революція змінила інформаційну складову економіки. Назріла потреба у цих перетвореннях, що полягала в ускладненні системи управління економікою і одночасному наростанні швидкості змін у технологіях виробництва. Економіка періоду першої промислової революції намагалася усвідомити і формально визначити роль ринкового механізму, як деяку стихійну силу, а також сформулювати деякі принципи поведінки “держави і государів”. У часи другої промислової революції розуміння ринкових механізмів здебільшого привели до формулювання деяких догматів рівноважної ринкової поведінки для усіх учасників ринкового процесу. До періоду третьої промислової революції в економістів знову почав прокидатися інтерес до уточнення ролі держави в управлінні економікою поряд з безсумнівним її ринковим характером. Виникло учення Кейнса, яке з часом удосконалювалося до т. зв. неокейнсіанства. Проте з'явилися деякі нові уявлення про ринкову поведінку господарюючих суб'єктів. Ці уявлення були пов'язані з намаганням зрозуміти роль інформації як чинника ефективності ринкової поведінки.

На думку Фрідріха Хайека, найважливішим чинником, що змушує сумніватися в здатності централізованого управління домогтися ефективного управління будь-якою складною економічною системою, є неповнота інформації. На його думку, раціональніше покладатися на регуляторну роль ринку. Ще в 1920-ті рр. Хайек відзначив, що в суспільстві, заснованому на поділі праці, відбувається і поділ інформації (“розсіяне знання”) [8]. Отримання цієї інформації, на жаль, ускладнене як випадковим характером самої економічної діяльності, так і неузгодженістю інтересів її учасників.

Розуміння важливості цієї категорії управління економікою зміцнилося досвідом Великої Депресії, яка, фактично, стала опосередкованою причиною третьої промислової революції, пом'якшивши гостроту проблеми накопичення і використання великих обсягів інформації і забезпечивши менеджерів принципово новим інструментарієм обробки інформації.

Історію розвитку інформаційних технологій скеровують, як правило, на історію створення засобів обчислювальної техніки. Але навіть цей відокремлений елемент інформаційного інструментарію має дуже глибоку історію свого розвитку. Вважається, що найраніша згадка про використання обчислювальних пристроїв припадає на період 2700–2300-х років до н. е. До цього періоду належать використання пристрою обчислень під назвою “абак”.

Однак проблема інформаційної підтримки еволюції людства пов'язана не тільки зі швидкістю і точністю обчислень. Насправді питання полягає у досягненні балансу процесів виробництва і споживання інформації в усіх сферах життя і діяльності людини. Суперечності, пов'язані з порушенням балансу виробництва і споживання інформації, мають об'єктивний характер і неодноразово посилювалися і загострювалися упродовж всієї історії розвитку людства.

Вперше зазначені суперечності виникли дуже давно у зв'язку з об'єктивною необхідністю об'єднання окремих людей і їх невеликих груп, які стихійно перетворюються у доволі численні і стабільні за складом родоплемінні структури. При цьому потрібне ускладнення механізму спілкування (комунікації), в результаті чого виникла людська мова, яка на тому етапі розвитку соціальної структури суспільства забезпечувала розвиток колективних форм праці.

Подальше ускладнення соціальної структури суспільства вимагає розвитку певних форм соціального успадкування та інтелектуального відбору, що призвело до виникнення писемності як спеціального апарата фіксування і поширення інформації у просторі і в часі.

Наступний етап загострення розглянутих суперечностей пов'язаний з появою необхідності типізації та тиражування знарядь праці, встановленням типових морально-етичних взаємин між членами суспільства, розвитком науки як колективної форми творчості. Усе це вимагало тиражування письмових текстів, в результаті чого виникло книгодрукування.

Основні проблеми збереження балансу виробництва і споживання інформації сьогодні пов'язані насамперед з виснаженням матеріальних і енергетичних ресурсів середовища проживання людства до такого рівня, що виникає небезпека втрати нею здатності до самовідновлення. У той самий час людина не тільки не може знизити, але й продовжує нарощувати споживання речовини і енергії.

Тому виникає завдання управління природокористувачькою діяльністю в глобальних масштабах та із застосуванням усіх можливих механізмів управління, включаючи економічні та соціальні. Вони вимагають фіксувати і використовувати для прийняття рішень інформацію про стан об'єктів, принципово різних за своєю природою (фізичних, біологічних, соціальних) і за просторовими і тимчасовими масштабами (у просторі – від атома до Всесвіту, в часі – від “миті” до “вічності”). Ясно, що для цього потрібно зберігати в обмежених просторових обсягах та переробляти у доволі обмежені проміжки часу величезну кількість інформації. Унаслідок цього переробка інформації стає соціально необхідною виробничою функцією, а інформатика – соціально необхідною наукою.

Переламним моментом, що визначив революційну зміну інструментарію отримання, зберігання, пересилання і перетворення інформації, є “машина Тьюрінга”, яка вказала напрямок технічної реалізації обчислювальної системи необмеженої продуктивності. Автор цієї ідеї Алан Тьюрінг, талановитий вчений, основною сферою діяльності якого була криптографія, – здавалося б доволі далека від сфери революційних змін наука в обробленні глобальних масивів економічної та соціальної інформації. Обмеження на продуктивність запропонованого ним пристрою визначалися лише просторово-часовими показниками елементів такої системи і подальша історія обчислювальної техніки – це просто технологічне вдосконалення згаданих елементів і певна модернізація структурно-архітектурних властивостей конкретних ЕОМ.

Аналізуючи перші три промислові революції, можна зробити багато припущень про зміст технологічного, фінансового і соціального потенціалу четвертої промислової революції, яка, на думку багатьох учених, наближається.

При цьому здається цікавою ідея, що реалізація революційних у технологічному плані змін сприяла, з одного боку, соціальній смузі, а з іншого, – новим ідеям в галузі економіки. Більше того, в періоди промислових революцій відбувалась концентрація фінансових коштів на реалізацію високоризикових проектів з непередбачуваним комерційним результатом. І ще один цікавий факт, який, напевне, виключає з важливих чинників промислових революцій обов'язкову безпосередню участь видатних учених свого часу. Джеймс Уатт – головна фігура першої з названих революцій – був механіком-самоучкою. Майкл Фарадей – провідна фігура другої революції – не зміг здобути систематичної освіти. Алан Тьюрінг – стрижнева фігура третьої революції – ставив перед собою доволі вузьке завдання “дешифрування текстів”.

Враховуючи запропонований опис супутніх промислових революцій, можна було б припустити, що четверта індустріальна революція повинна відбутися в інтервалі, близькому до 2020-х років. Стимуляторами цієї революції, з досвіду попередніх подій, повинна бути, з одного боку, глобальна соціальна напруженість, а з іншого, – наявність причин зосередження значних фінансових коштів на реалізацію високоризикових проектів з непередбачуваним комерційним результатом. Мабуть, як і в періоди перших революцій, стрижневі розробки нової революції поки що не виглядають революційними, а їх носієм, ймовірно, буде технічний спеціаліст, який в жоден спосіб не підозрює про революційний запал своєї діяльності. На роль економічних ідей, які могли б сприяти розвитку сучасних революційних подій у промисловості, підходять ідеї нових відносин

між господарюючими суб'єктами, подібні до тих, які пропагувалися лауреатами нобелівських премій з економіки Олівером Вільямсоном, Елеонорою Остром та Ангусом Дитоном. Тобто не виключено, що підвищена увага під час встановлення післяреволюційних економічних взаємодій приділятиметься не величині очікуваного прибутку, а “добрій волі”.

Головним питанням залишається питання про технологічне ядро нової індустріальної революції. Якщо прийняти гіпотезу про заданість напрямку змінюваності готових до революційних перетворень елементів тріади Всесвіту, то можна припустити, що технологічні революційні перетворення відбудуться за допомогою освоєння нових властивостей речовини. І тут можна запропонувати водневий двигун.

Як доказ справедливості цього припущення, можна звернути увагу на те, що використання як робочого тіла двигуна Джеймса Уатта пара, замість води відсуває бар'єр виснаження базового ресурсу, оскільки кількість пари як речовини, яка необхідна для отримання роботи двигуна, істотно менша, ніж кількість води для тієї самої мети. Перехід до водневих двигунів ще далі відсуває планку обмежень на ресурси робочого тіла. У той самий час спостерігається тривала історія експериментального використання водню як робочого тіла. Вважається, що перший двигун внутрішнього згоряння, що працює на водні, створив Франсуа Ісаак де Ріваз у 1806 р. Перший транспортний засіб на паливних елементах створила у 1959 р. компанія Allis-Chalmers Manufacturing Company (США). За оцінками експертів, “водневі автомобілі зможуть вже продаватися після 2020 року” [9].

**Висновки.** Запропоновані міркування щодо важливих, а може й основних факторів промислових революцій, є скоріше дескриптивними. Але головна теза, яку хотілося б озвучити, – це те, що промислові революції, на відміну від соціальних, несуть у собі заряд нових благ і нових можливостей розвитку для усього людства.

1. Режим доступу: <http://hvylya.net/analytics/society/chetvertaya-industrialnaya-revolutsiya-vyizovyi-i-vozmozhnosti.html>. 2. Шумпетер Й. А. Теория экономического развития. – М.: Прогресс, 1982. 3. Сэй Ж. Б., Бастіа Ф. Трактат по политической экономии. Экономические софизмы. Экономические гармонии. – М.: Дело, 2000 (серия “Политическая экономия: ступени познания”). – 232 с. 4. Brynjolfsson E., McAfee A. Race Against the Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy. – The MIT Center for Digital Business. – January 2012. URL: [http://ebusiness.mit.edu/research/Briefs/Brynjolfsson\\_McAfee\\_Race\\_Against\\_the\\_Machine.pdf](http://ebusiness.mit.edu/research/Briefs/Brynjolfsson_McAfee_Race_Against_the_Machine.pdf). 5. Электрчество до Франклина: <http://www.initeh.ru/txt/1franklin3.shtml>. 6. Рахматуллаева Д. Ж., Чудинова Е. А., Нам А. В. Анализ динамики безработицы и теневой экономики в условиях рыночных отношений, 2012 г. URL: <http://articlekz.com/artic le/8215>. 7. Назар С. Путь к великой цели: история одной экономической идеи. – М.: АСТ: CORPUS, 2013. – С. 201. 8. Hayek F. A. The Use of Knowledge in Society // American Economic Review, XXXV, No. 4 (September, 1945). – P. 519–530. 9. Научная библиотека КуберЛенинка: <http://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnyu-inzhiniring-putk-realizatsii-originalnyh-idey-i-proryvnyh-tehnologiy#ixzz48c34A1xE>.