

## РОЗДІЛ 1

### Економіка природокористування і еколого-економічні проблеми

#### Инновационный потенциал Третьей промышленной революции

Л. Г. МЕЛЬНИК<sup>i</sup>

---

Исследуется инновационный потенциал Третьей промышленной революции (ТПР), который реализуется через триалектические взаимодействия трёх групп системообразующих факторов: материально-энергетические, информационные, синергетические. Рассматриваются направления трансформационных преобразований по каждой из упомянутых групп в ходе ТПР. Анализируется экологический вектор происходящих инноваций, результатом которых в конечном итоге обещает стать формирование «зелёной» экономики («экономики космонавтов»), функционирующей на основе замкнутых циклов использования ресурсов. Называются три базовые группы инноваций, обуславливающих ход ТПР: переход на возобновимые источники энергии; освоение цифровых технологий в сфере производства и потребления продукции; сетизация социально-экономической системы.

*Ключевые слова:* Третья промышленная революция, инновации, «зелёная» экономика, сетизация экономики.

УДК 330.341.1:[620.9+502.174.3+502.2]

JEL коди: O13, O18, O33, Q55

---

**Введение.** С 1992 года, когда на Саммите лидеров мировых стран в Рио-де-Жанейро была принята Декларация *сестейнового (устойчивого) развития* (sustainable development), человечество пытается искать пути реализации сформулированных задач [49, 56, 55, 58]. Одной из важнейших проблем в этом является формирование *сестейновой экономики*, обеспечивающей достижение ключевой цели сестейнового развития – удовлетворения потребностей ныне живущих поколений без ущерба для возможностей удовлетворения будущими поколениями их собственных потребностей. На новом Саммите в Рио-де-Жанейро (2012), двадцать лет спустя после исторического форума, перспективам развития такой («зелёной») экономики уделялось особое значение. В работах учёных всё отчётливее проступают контуры сестейновой экономики, призванной воплотить в жизнь цели и задачи сестейнового развития [3, 19,

---

<sup>i</sup> Мельник Леонид Григорьевич, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики и бизнес-администрирования Сумского государственного университета, директор Научно-исследовательского института экономики развития МОН Украины и НАН Украины в составе Сумского государственного университета.

© Л. Г. Мельник, 2016



59, 60, 63]. При этом её черты всё больше напоминают контуры «экономики космонавтов», сформулированные полстолетия назад в 1966 г. американским учёным К. Боулдингом [54].

Его основная идея заключается в том, что для формирования подобной экономики должен быть осуществлён переход от ресурсопользования с условно неограниченными ресурсной базой и резервуарами для отходов к замкнутому ресурсопользованию на основе циклических систем воспроизводства необходимых средств жизнеобеспечения. Основной целью функционирования такой экономики призвано будет стать формирование качества и сложности «всеобщего капитала» (total capital stock), включая физическое и мыслительное состояние человека.

В одной из своих предыдущих публикаций автор проанализировал закономерности перехода человечества к *сестейновой экономике* через Третью промышленную революцию [26]. Именно в её ходе через триединую систему взаимодействия *материально-энергетических, информационных и синергетических* факторов закладываются предпосылки формирования «зелёной» экономики – «экономики космонавтов». В данной статье мы коснёмся лишь первых двух системообразующих компонентов.

## 1 Трансформация материально-энергетической основы

Можно выделить несколько ключевых направлений трансформации материально-энергетической основы.

**Переход к возобновимым источникам ресурсов.** Прежде всего речь идёт об энергетических ресурсах. «Зеленая» энергетика (солнце, ветер, геотермальное тепло, приливная энергия) позволяет вообще обходиться без топлива и химических процессов его сжигания. Это значит, что из производственных циклов исключаются целые отраслевые звенья, обеспечивающие: добычу ископаемых ресурсов, рекультивацию нарушенных ландшафтов, транспортировку сырья (вагонами / сухогрузами – в случае угля или цистернами / трубопроводами / танкерами – в случае нефти и газа), сжигание топлива в электростанциях; изготовление очистного оборудования и утилизацию отходов, а также процессы создания машиностроительных и строительных предприятий, где формируются мощности для реализации всех упомянутых процессов. Хотя, безусловно, нельзя забывать, что создание самих установок для генерирования возобновимой энергии тоже не может обойтись без значительных издержек.

Нельзя не признать, впрочем, что такие направления возобновимой энергетики, как солнечная и ветровая, обеспечивают производство энергии с минимальными затратами труда на стадии их эксплуатации. Американский экономист Дж. Рифкин назвал это явление энергией «с нулевыми переменными издержками». Кроме того, по сравнению с углеродной и атомной энергетикой при эксплуатации возобновимых источников энергии практически исключаются затраты, материализованные в добычу и переработку исходных энергоносителей.

В принципиальной жизнеспособности возобновимых источников энергии убеждают примеры, фиксирующие два своеобразных рекорда, которые были ими поставлены. По данным Института систем солнечной энергии общества Фраунгофера (Fraunhofer ISE), в один из солнечных дней, а именно 9 июня 2014 года, солнечными батареями Германии было произведено более половины (50,6 %) энергии, потребленной в этот день в стране [29]. Ещё больше впечатляет второй рекорд: 9 июля 2015 года, в день, который выдался

необычно ветреным, ветроэнергетика Дании выработала 144 % электроэнергии, потреблённой в этот день в стране [57].

Переход на ВИЭ имеет чрезвычайно большое значение для большинства стран. Это является одним из шагов к обеспечению их энергетической независимости и последующей реструктуризации хозяйственных систем в направлении формирования «зелёной» экономики. Отрадно, что в последнее время предпринимаются активные усилия к внедрению альтернативных подходов в энергетику большинства стран.

В подтверждение сказанного приведём ещё несколько фактов.

В 2015 г. мощности ветровых электростанций в мире впервые превысили мощности АЭС [45].

В 2015 г. мир снизил потребление угля на 47 млн тонн [53].

В США количество работников «солнечной» сферы впервые превысило по этому показателю нефтяную промышленность [46].

В 2015 г. инвестиции в возобновимую энергетику достигли 329 млрд долларов [47].

2015-й стал годом, когда себестоимость солнечной и ветровой энергии стала ниже себестоимости атомной энергии и почти сравнялась с себестоимостью получения энергии на угольных электростанциях [61, 62].

Количество солнечных установок в мире в 2015 году увеличилось на 34 % [62].

На Саммите глав государств по климату (Париж, декабрь 2015) был представлен проект по полному переводу на возобновимые источники энергии (ВИЭ) 139 государств. В их числе – Украина [12].

Ещё одним эффективным направлением ВИЭ является биогазовая энергетика. Биогазовые способы получения энергии используют химические способы дегазации отходов. Тем самым они способствуют формированию замкнутых циклов использования сырья, значительно экологизируя в целом энергетическую основу промышленности.

Сегодня европейские биогазовые установки в состоянии заменить 15 угольных электростанций со средней мощностью 500 МВт [43].

**Эффективное аккумулирование энергии.** Данное направление развития технологических систем позволяет устранить противоречие во времени между тем, когда можно производить энергию, и тем, когда возникает потребность в её использовании. Тепловые электростанции работают наиболее эффективно при постоянном режиме работы, т. е. если выработка ими энергии на протяжении суток остаётся постоянной. Атомные электростанции вообще не могут менять режим своей работы. Если они останавливаются, то это уже надолго.

Потребность же в электроэнергии всё время изменяется. Например, днём (когда работает большинство предприятий) она значительно выше, чем ночью, когда останавливаются заводы и люди ложатся спать. Пока люди не научились в большом количестве аккумулировать электроэнергию, они вынуждены её просто терять. На ночь останавливаются многие мощности электростанций, чтобы не произвести больше энергии, чем её используют. В противном случае может произойти беда, и электросети выйдут из строя от избыточного напряжения.

Ещё больше будет потребность в аккумулировании электроэнергии, когда в полной мере станут использоваться солнечные и ветровые генераторы. Ведь солнце и ветер бывают не всегда. И пока они есть, нужно пользоваться ситуацией – производить

енергию, хотя именно в это время потребности в ней и не будет... Однако такое целесообразно делать только в том случае, если в распоряжении человека окажутся надежные аккумуляторы, позволяющие накапливать и запасать энергию в неограниченном количестве.

Часть проблемы позволяют решить уже привычные нам электроаккумуляторы... Но только часть... Ведь лишней энергии (к тому же бесплатной) станет очень много. Уже сегодня бывают дни, когда, например, в Дании ветровые установки производят намного больше электроэнергии, чем её потребляет эта страна... А в Германии и Испании порой солнечными генераторами покрывается более половины всех энергетических потребностей страны. И это только начало... Неужели отказываться от дармовой энергии?

В данных условиях значительные перспективы связываются с развитием *водородных* технологий. Водород как один из видов экологически чистого топлива (при сгорании образуется обычная вода) одновременно может быть использован в качестве ключевого агента при аккумулировании энергии.

Безусловно, обо всём этом люди знали и раньше. Но широкому использованию водорода мешало одно обстоятельство. Дело в том, что для получения водорода в обычных условиях нужно затратить больше энергии, чем удаётся получить при его сжигании. По экономическим соображениям использование такого процесса теряло смысл. Зачем сжигать уголь, газ или даже ядерное топливо, чтобы получить водород, который потом тоже придётся сжигать?

Ситуация изменяется, если на смену топливным энергоносителям приходят солнце, ветер и другие альтернативные источники энергии. Ведь они могут давать бесплатную энергию даже в те периоды, когда в ней отсутствует потребность (например, ночью). Либо даже в дневное время производить избыточное количество энергии (скажем, из-за аномально сильного ветра), на которое не рассчитывает экономика. Неужели нельзя сберечь эту энергию? Вот её-то и можно пустить на «заготовку» водорода. Всё равно она попусту может быть растрчена. Поэтому, развитие возобновимых источников энергии (солнце, ветер) должно быть неразрывно связано с совершенствованием аккумуляционных технологий.

Кроме перечисленных направлений, развиваются и другие технологии, использующие естественные свойства объектов и явлений природы. В настоящее время можно выделить пять основных направлений, которые в той или иной степени обещают стать перспективными для их коммерческого развития: *гидроаккумулятивное* (связано с естественным и искусственным подъёмом уровня воды в периоды переизбытка производства энергии и утилизацией накопленной энергии в пиковые периоды), *электроаккумулятивное*, *водородные технологии*, *тепловое аккумулятивное*, *химическое аккумулятивное* (связанное с целенаправленным изменением свойств веществ за счёт избытка энергии или накоплением органических веществ с последующим получением биогаза или электричества).

В пустыне Атакама (Южная Америка) реализуется проект крупнейшей электростанции, объединяющей солнечную и гидравлическую генерации. В течение дня электроэнергия, полученная за счет солнечных панелей, будет поднимать морскую воду по туннелю на вершину горы, где вода будет храниться в природных резервуарах. Ночью электроэнергия будет генерироваться за счёт падения воды [11].

Фирмой «Шнайдер электрик» («Schneider Electric») разработана умная система аккумулирования энергии. Система сама выбирает режимы накопления энергии (при избытке солнечной и ветровой энергии) и её отдачи объектам инфраструктуры, если в этом возникает потребность [52].

Новые аккумуляторы от Самсунг позволяют автомобилю проехать до 600 км на одной зарядке [45].

Швейцарские учёные представили очень дешёвую и обладающую наибольшим на сегодня КПД преобразования (12,3 %) систему получения водородного топлива (искусственного фотосинтеза воды) за счёт энергии солнца [40].

В США в штате Невада солнечная электростанция круглосуточно даёт электроэнергию. Днём она не только генерирует ток, но и нагревает до температуры свыше 500 °С гигантский соляной стержень. За счёт этого тепла электростанция работает и в ночное время [48].

Исследователи из Массачусетского технологического института (МТИ) разработали новый материал, способный хранить солнечную энергию в виде химических изменений, а не самого тепла. Химическая система может сохранять энергию неопределённо долго в стабильной молекулярной конфигурации. Отдача энергии может быть вызвана небольшим толчком тепла, света или электричества [39].

В Тихоокеанской северо-западной национальной лаборатории разработан аккумулятор на жидких электролитах. Они заменяют дорогие металлические электролиты (литий-ионные батареи). Это позволяет снизить себестоимость хранения энергии на 60 % и улучшить другие показатели (прежде всего экологическую чистоту и устойчивость во времени) [28].

**Политика ресурсосбережения.** Можно говорить о двух направлениях реализации ресурсосберегающей политики. Первое – связано с проведением различных технических и организационных мероприятий по *экономии ресурсов* (сырья, вспомогательных материалов, топлива, энергии), *предотвращению порчи* или *непроизводительной убыли* сырья, *теплоизоляции* зданий и пр. Второе (и ему принадлежит ведущая роль) – основано на технологическом *снижении ресурсоёмкости* [37].

За последние 20 лет вес фото- и видеокамер, магнитофонов, аккумуляторов снизился в разы, а то – и на порядок. За сорок лет топливоёмкость автомобилей уменьшилась почти в 10 раз (с 20 до 2 литров на 100 км пути) [6, 7]. Переход фото- и киноиндустрии на цифровые технологии сделали ненужной целую отрасль, занятую производством фото- и киноматериалов (плёнки, бумаги, химических агентов). Кроме того, стало ненужным и производство оборудования, необходимого для проявления, закрепления, печати соответствующей продукции. Наглядным следствием указанных процессов, в частности, является банкротство всемирно известной фирмы «Кодак», более ста лет исправно обслуживавшей рынок фотоматериалов.

Очень убедительно об этом явлении сказал на Давосском международном экономическом форуме 2016 года Пьер Нантерме: «Цифровые технологии (digital) – это основная причина, по которой более половины компаний, находившихся в списке «Фортуна 500», исчезли оттуда с 2000 года» [64].

Снижению ресурсоёмкости способствует и всестороннее внедрение энергосберегающих технологий на производстве и в быту.

Обобщая сказанное, можно выделить несколько направлений развития экономических систем, обеспечивающих снижение ресурсоёмкости их функционирования:

- меры по масштабному ресурсосбережению (например, теплоизоляция зданий, применение менее энергоёмкого оборудования, пр.);
- использование ресурсосберегающих (в частности, нересурсоёмких и малоотходных) технологий;
- использование эффективных ресурсосберегающих режимов работы;
- использование природосберегающих технологий, снижающих экологические последствия и сопряженные с этим издержки.

При этом следует отметить, что не только последнее, но и каждое из названных направлений в той или иной степени имеет также природосберегающий характер.

**Использование новых материалов.** Целенаправленное изменение свойств материалов является чрезвычайно эффективным направлением ресурсосбережения, так как позволяет воздействовать на ресурсоёмкость всей экономической системы. В частности, это даёт возможность снижать ресурсоёмкость производственных систем на трёх стадиях: при *производстве исходных ресурсов, изготовлении самого материала и использовании его* в технических системах.

Так, благодаря волоконно-оптической связи (кварцевое, стеклянное или полимерное волокно) удалось повысить скорость передачи информации более чем на 5 порядков. Один световод способен легко заменить целый кабель, содержащий несколько сотен металлических проводов. В частности, один световод, имеющий диаметр около 1,5 см, может с успехом заменить телефонный кабель 7,5 см в диаметре, содержащий 900 пар медных проводов. Он также имеет целый ряд других существенных преимуществ [9].

Кроме того, что новые материалы при их несоизмеримо более высоких функциональных свойствах позволяют заменить целый ряд дорогих и ресурсоёмких (при их производстве) материалов, они, как правило, значительно (часто на порядки) снижают ресурсоёмкость выполняемых ими функций.

В частности, теплоприток при передаче сигналов в каналах связи из волоконных светодиодов примерно в 100 раз меньше теплопритока передачи сигналов по кабелям из никеля [35].

Но и этим ресурсосберегающие эффекты применения новых материалов не ограничиваются. Обычно имеет место также значительный эффект, обусловленный существенно меньшей материалоемкостью и энергоёмкостью их производства по сравнению с заменяемыми ими материалами.

**Дематериализация транспортных процессов.** Можно выделить три основных направления трансформации экономических систем, позволяющих в значительной степени дематериализовать осуществление транспортных процессов:

- создание и внедрение новых способов беспроводной передачи энергии;
- замена транспортировки материальных изделий передачей их информационных образов;
- снижение энергоёмкости и материалоемкости функционирования непосредственно транспортных средств.

В настоящее время успешно отрабатываются новые способы передачи энергии на основе ультразвукового, микроволнового и лазерного методов, а также при помощи электростатической и электромагнитной индукции [32]. В случае масштабной реализации

это позволит значительно (в разы) снизить материалоёмкость и энергоёмкость передачи энергии.

Информатизация производства и широкое использование 3D-принтеров создают предпосылки для ускоренной дематериализации не только производственных операций, но и транспортных процессов. Появляется возможность передачи не материальных субстанций, а информационных образов (файлов, алгоритмов, программ) с последующей материализацией изделий на месте применения.

Ярким примером, иллюстрирующим потенциал данного направления, является доставка американцами на космический корабль гаечного ключа посредством передачи информационного образа и его материализации при помощи 3D-принтера [32].

Существенные возможности значительного снижения топливоёмкости транспорта раскрываются в связи с электрификацией автомобилей. В будущем, по мере перехода производства самой электроэнергии на возобновимые источники энергии, этот эффект будет ещё больше усиливаться за счёт экологической составляющей.

Успешному коммерческому распространению электромобилей способствуют достигнутые их технические характеристики: запас хода – от 100 до 400 км, развиваемая скорость до 200 км/час, разгон до 100 км/час – за 3 секунды.

Ускоренными темпами создаются сети заправки электромобилей. Скорость экспресс-заправки (до 75–80 % ёмкости аккумуляторов) достигает 20–30 минут [51].

Сегодня массовый выпуск электромобилей освоили ведущие автопроизводители мира: Audi, BMW, Chevrolet, Citroen, Daewoo, Mercedes, Nissan, Porsche, Renault, Rover, Tesla-Motors, Toyota, Volkswagen и др. [23].

**К динамичным формам материальных активов.** В вышеупомянутой статье К. Боулдинг высказал мысль о целесообразности повышения срока службы используемых материальных активов: «Мы жили бы гораздо лучше, если бы имели одежду, которая не изнашивается, и дома, которые не разрушаются с течением времени...» Между тем, видимо, напротив более уместно предположить, что приметой времени призвано будет стать возрастание темпов качественных преобразований экономических систем в силу быстрого морального устаревания используемых производственных и бытовых активов. Другое дело, что процессы трансформации должны будут осуществляться с минимумом производственных затрат и экологических издержек. Одним из путей достижения этого может быть использование модульной системы формирования производственных активов, допускающей реализацию «принципа трансформера» в сочетании с использованием легко утилизируемых материалов.

В частности, сегодня в Германии дома начинают строить из нового (хорошо забытого старого) строительного материала под названием *солома* с небольшим количеством связующих материалов (глины), с соответствующей огнеупорной пропиткой и применением несущих каркасов из современных прочных материалов.

## 2 Трансформация информационной основы

Говоря о трансформации информационной основы, мы имеем в виду изменение содержания информационных принципов формирования производительных сил и систем потребления продукции. Это предполагает новые информационные алгоритмы разработки используемых технологий, конструирования дизайна производимой продукции, формирования потребительских моделей и стилей жизни.

**Научное сопровождение технической модернизации.** Описанные выше направления трансформации материальной основы могут быть реализованы только на основе новых научных идей в области получения и переработки материалов и энергии. Благодаря полученным прорывным научным результатам, в частности, резко увеличилось многообразие технологических принципов реализации альтернативной энергетики, работающей на возобновимых источниках. В каждой её составляющей (солнечная, ветровая, биогазовая и др.) сегодня успешно развиваются сразу несколько направлений.

Например, благодаря научным прорывам и технологическому прогрессу удаётся значительно увеличить количество эффективных направлений в солнечной энергетике. В солнечные батареи превращаются не только крыши домов и окна помещений, но кроме того, и человеческий волос, растения, транспортные магистрали и многое другое. Технически реализована идея «солнечного дерева», каждый листик которого («напечатанный», кстати, при помощи 3D-принтера) представляет собой миниатюрную солнечную электростанцию [20].

Не менее важным является колоссальный рост эффективности альтернативных энергосистем. С 1977 по 2014 год (т. е. менее чем за 40 лет) стоимость 1 Вт установленной мощности фотоэлектрических элементов снизилась с 76,67 до 0,74 доллара за Ватт, т. е. более чем в 100 раз (!). Соответственно снижается и стоимость производимой энергии [24], уже сегодня достигнув уровня традиционной энергетики.

Научные успехи позволяют утилизировать различные виды возобновимой энергии, разлитой по планете. Становится реальным использовать не только энергию солнца. Источником энергии может стать любая разница потенциалов; иными словами, перепад температур, давления, высот, химических характеристик. Обретает черты вполне реальных технических проектов то, что ещё недавно казалось лишь вымыслом писателей-фантастов или шутками юмористов. В источники энергии начинает превращаться буквально всё, что движется, включая нашу обувь [31].

Появились конструкции ветровых генераторов, способных улавливать буквально легкое дуновение ветра. Они совсем не похожи на ставшие уже привычными огромные лопасти ветровых мельниц и скорее напоминают детские вертушки, но, собранные в большом количестве, становятся ощутимым источником энергии. Появились воздушные электростанции, способные работать вообще при полном штиле. Они используют перепад давлений на различных высотах (до 700 м) [5]. В Швеции в электростанцию превратилась телевышка. Для этого она была обвешана тысячами электростатических соломинок, вырабатывающих электроэнергию от трения между собой. Такие электрогирлянды к тому же в корне изменили облик банального инженерного сооружения, которое приобрело черты вполне привлекательного архитектурного объекта [27]. В Америке электростанцией стала автомагистраль, где энергию вырабатывают несущиеся по ней автомобили. А в



Европе подобным образом научились утилизировать энергию велосипедов, едущих по велодорожкам [36, 25].

В развитых странах привычным явлением становится использование перепада температур под землёй и на её поверхности. Речь идёт об использовании так называемых тепловых насосов. Зимой они могут служить для обогрева помещений, а летом – для их охлаждения. Причём и первое, и второе обеспечивается с минимумом затрат энергии.

Расширяется спектр техпроцессов, утилизирующих химическую энергию трансформации отходов биомассы (производство биогаза, биоэтанола, биодизеля, пр.).

Чрезвычайно важным научным направлением становится совершенствование процессов аккумулирования энергии. Как было уже сказано, колоссально возросли скорость зарядки электроаккумуляторных батарей и их ёмкость [4]. В Германии около полумиллиарда евро запланировано инвестировать в совершенствование технологии водородных топливных элементов, которые могут превратиться в эффективные аккумуляторы энергии [15, 36].

**Информатизация производства, логистики и сбыта.** Информация становится приоритетным фактором экономических систем. Информация всё больше начинает играть роль *предметов* и *орудий* труда.

Сегодня информационные системы являются неотъемлемой частью практически всех основных фондов. То, что информация является ключевым компонентом вычислительных машин и измерительных приборов, очевидно, не требует дополнительных комментариев. Но информация играет чрезвычайно важную (а порой и ведущую) роль также в функционировании других элементов основных фондов: машин, оборудования, инструментов, приспособлений, транспорта, передаточных устройств. Даже в содержании зданий и сооружений роль информации становится всё более ощутимой. Информационные системы все полнее обеспечивают необходимый режим их функционирования (влажность, температуру, состав воздуха и другие физические характеристики).

В современных средствах труда ведущая роль информации обусловлена двумя причинами: во-первых, она играет первостепенную роль в выполнении производственных функций; во-вторых, её доля в общей цене изделия становится преобладающей и достигает иногда 80–90 %. В частности, на маленький электронный блок, управляющий операционными режимами, приходится около 70 % стоимости современной стиральной машины-автомата.

Информация все больше начинает выполнять функции тех ключевых компонентов экономической системы, которые ранее выполняли материальные активы. Среди них можно назвать: *сырье*, *средство труда*, *предмет труда*, *готовую продукцию*, *средство потребления*, *капитал* (источник получения прибыли), *товар* (объект купли-продажи), *объект собственности*, *средство защиты*. Причем роль информационных форм экономической системы продолжает неуклонно возрастать.

Сегодня формируется (и в значительной степени реализуются на практике) целый ряд «умных» систем различного уровня: производственной операции, рабочего места, цеха, завода (*smart manufacturing*), здания, транспортной магистрали, города (инфраструктуры), страны. Например, подобные системы логистики (*Google transport*) уже действуют во многих странах, включая Украину.

В Китае на модернизацию транспортной инфраструктуры планируется выделить гигантские инвестиции – до 62 млрд долларов. В Германии на реализацию «High-Tech Strategy 2020» планируется выделить 15 млрд евро [14].

В ЕС формируются основы *ЭнерНет* – информационно-энергетической активной системы (энергетического аналога Интернета), обеспечивающей *сбор* (от многочисленных источников), *передачу, хранение, преобразование и использование* электрической энергии в наиболее эффективном режиме. Фактически ЭнерНет является гигантским международным интеллектуальным предприятием [36].

Сейчас в Китае планируется более 500 «умных» городов. Задачи, которые ставятся перед ними – оптимизация энергоснабжения, коммунального хозяйства, логистики, транспортных потоков, мониторинг и контроль экологической ситуации и многое другое. Многие из этих задач начинают решаться уже в настоящее время. Так, в городе Чжаньцзян (между Шанхаем и Нанкином), благодаря использованию Интернета, вещей для управления инфраструктурой и ресурсами, удалось сократить объем углеродных выбросов почти на 7 тыс. тонн и сэкономить на топливе 17 млн юаней (2,7 млн долларов). С помощью информационных технологий жители и гости города могут получать на смартфоны актуальную информацию об автобусных маршрутах, наличии парковочных мест и велосипедов в пунктах проката [42].

**Революция в материаловедении.** Уже сегодня становится реальностью массовое использование 3D-принтеров на производстве и в быту. Это создает предпосылки для широкого использования *аддитивных* (от англ. add – прибавлять) технологий, которые создают материальные предметы последовательным наращиванием материальных субстанций, а не «отсечением ненужного», на чём были основаны бытовавшие ранее субстративные методы производства.

*Аддитивные методы* производства позволяют реализовать значительные преимущества [34, 41, 50], в том числе:

- неограниченные возможности *конструирования*;
- *бесплатность* обеспечения сложности;
- *бесплатность* обеспечения вариативности;
- минимальную *отходность*;
- изготовление под *требования индивидуального заказчика* с минимальным изменением стоимости производства;
- возможность внесения изменений *в последний момент*;
- исключение этапа *сборки*;
- прямая *материализация* информационных образов (в том числе задаваемых непосредственно голосом человека, а в перспективе – и мысленно).

Переход на аддитивные методы производства сопровождается также революцией в материаловедении. Сегодня материалы всё больше превращаются из *вещественных субстанций*, свойства которых достигаются в ходе продолжительных производственных процессов, в «*конструкции*», нужные характеристики которых закладываются *непосредственно в процессе производства* из них создаваемых изделий.

Более того, реальностью становится конструирование композитных материалов с управляемыми свойствами, которые могут изменять свои характеристики и форму уже после их создания, исходя из конкретных задач и функций изделий [22, 18, 50]. Такая

технология печати получила название четырёхмерной (4D), так как в ней добавлено четвертое измерение – время.

Сегодня всё более отчётливо вырисовываются задачи, которые призвано решать информационное обеспечение современного материаловедения, ориентированное на использование 3D-принтеров: а) увеличение сложности и многообразия производимых изделий; б) обеспечение гибкой вариабельности, т. е. возможности быстро и с минимальными издержками изменять свойства материалов; в) экологизация вещественной основы используемых материалов через максимальное приближение их к естественной основе; г) максимальное снижение стоимости материалов и стоимости оборудования, работающего с этими материалами (3D-принтеров).

Команда учёных из Лаборатории информатики и искусственного интеллекта (CSAIL) Массачусетского технологического института представила новый 3D-принтер, который работает сразу с *десятью* (!) различными материалами и использует методику 3D-сканирования, которая позволяет экономить время и деньги во время производства. Кроме того, сам 3D-принтер дешевле и удобней, чем существующие аналоги. Учёные уже напечатали на нём чехлы для смартфонов, светодиодные линзы, оптоволоконные кабели и многое другое [10].

В печати появились сведения о возможном существенном снижении стоимости 3D-принтера. В частности, такое устройство может стоить не больше холодильника – в пределах 180 долларов США [17].

Учёные из Технического университета Чалмерса (Швеция) научились изготавливать «чернила» (так называют материалы, с которыми работают 3D-принтеры) для 3D-биопринтера из целлюлозы – самого распространённого органического соединения планеты, которое совершенно безболезненно воспринимается и утилизируется экосистемами планеты по завершению эксплуатационного срока изделия. Более того, путём добавления углеродных нанотрубок учёные смогли получить материалы, проводящие электричество [13].

Займствуя принцип изготовления осами своих гнезд, итальянские инженеры разработали технологию производства домов при помощи 3D-принтеров из грязи и глины. Работа этих насекомых, методично слой за слоем выкладывающих свои гнёзда, очень напоминает действия 3D-принтера, а материал идеально соответствует экологическим требованиям [16].

***Конвергенция в производстве и потреблении.*** Достижения науки сделали реальным ещё одно очень важное явление – *конвергенцию*.

Слово «конвергенция» происходит от английского *converge*, что означает «сводить в одну точку», «сводить воедино». Применительно к производству, бизнесу и потреблению конвергенция предполагает объединение нескольких свойств и функций в одном предмете или устройстве для дальнейшего использования этого устройства в различных целях [44]. Таким образом, под *конвергенцией* обычно подразумевается *многофункциональность*.

Один из продуктов конвергенции каждый современный человек носит с собой. Это его мобильник, который вмещает всё то, что ещё несколько лет назад было отдельным, причём довольно объёмным предметом: компьютер, телефон, фотоаппарат, видеокамера, фонарик, записная книжка, часы-будильник, календарь и многое другое.

Процесс конвергенции стал возможен благодаря ещё одному научному достижению – колоссальной миниатюризации изделий. Особенно это касается средств обработки

информации. Характер этого явления очень ярко описал классик постиндустриализма Д. Белл, хотя, заметим, с момента его высказывания прошло уже более 15 лет. Иными словами, это значит, что научные и технические свершения ушли далеко вперед.

«Сегодня в одной крупнице интегральной схемы (чипа) стоимостью меньше доллара сконцентрирована мощность десятков тысяч транзисторов со всеми соединяющими их проводниками. Его ёмкость – миллионы байт и быстродействие – триллионы операций в секунду» [2].

Еще более грандиозные перспективы сулит внедрение нанотехнологий, обещающее изменить до неузнаваемости не только производство, но и весь образ жизни человечества.

Уже в самом названии «нанотехнология» отражён характер ожидаемых технологических изменений, ведь «нано» означает «карлик». Именно с такими размерами – в одну миллионную метра – предстоит работать производству. Практически это означает размеры «предприятий» величиной с клетку или даже молекулу.

Сегодня, на излёте социально-экономической формации, обусловленной ходом Второй промышленной революции, при создании новых видов продукции основные затраты труда идут не на материальное производство, а на формирование информационного содержания изделий. По данным исследователей, при выпуске таких наукоёмких товаров, как компьютер, лишь четверть затрат труда идёт непосредственно на их изготовление [1]. Остальное приходится на работу научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро и лабораторий, где формируются информационные алгоритмы функционирования изделий.

### **3 Трансформация синергетической основы – движущая сила Третьей промышленной революции**

Нынче мы живём в эпоху, когда берёт разгон Третья промышленная революция. Как и в ходе двух её предшественниц, в ней трансформационным сдвигам подвергаются все три группы системообразующих факторов: материально-энергетических, информационных и синергетических. Однако в каждой из революций роль упомянутых групп факторов различна.

В ходе первой из них, срок которой обычно датируется ориентировочно 1770–1860 годами, лидирующая роль в трансформационных процессах принадлежала *материально-энергетической* группе факторов. Основной задачей являлось наращивание силового фактора. В частности, благодаря Первой промышленной революции было положено начало переходу от ручного труда к машинному. С появлением машины (точнее, различных её видов и форм) основной задачей человека стала энергетическая «накачка» машины энергоносителями.

В ходе Второй промышленной революции (1860–1990-е годы) материально-энергетические факторы стали уступать пальму первенства факторам информационной группы. Именно *информация* становится движущей силой социально-экономического развития, которое начинает базироваться преимущественно на результатах системных научных исследований, а не просто удачных изобретениях гениев-одиночек.

Колоссальный рост информационного статуса средств производства и предметов потребления требовал соответствующего увеличения уровня образования населения.

В Третьей промышленной революции эстафета лидерства переходит к *синергетическим факторам*. Именно они призваны интегрировать отдельные компоненты (активы, средства производства, исполнителей, пр.) в целостные локальные экономические системы и объединить последние в единое системное целое – глобальную экономику «космического корабля Земля». Это будет ещё одним шагом к натурализации (приближению к природным началам) экономических систем. Ведь именно подобным образом в природе отдельные биологические компоненты интегрируются в экосистемы, которые, объединяясь, формируют единую биосферу планеты.

То, что в ходе Третьей промышленной революции основой происходящих трансформационных процессов становятся *синергетические* (коммуникационные) факторы, объясняется объективными причинами. Во-первых, в производственном секторе «центр тяжести» переносится с крупных хозяйственных форм (мощных региональных электростанций, производственных гигантов, огромных перерабатывающих и обогащающих сырье комплексов) на *сети*, состоящие из тысяч и даже миллионов маленьких производственных единиц (IT-предприятий, мини-энергетических установок, использующих 3D-принтеры производств). Они могут стать реальной производительной силой, лишь будучи объединенными в целостные системы. Во-вторых, сегодня реальностью становится деятельность трансграничных виртуальных производств, которые могут функционировать лишь на основе совершенных синергетических связей. В-третьих, функционирование компьютерных (информационных) управляющих систем по принципу: «умный» завод, «умный» дом, «умный» город, «умная» транспортная магистраль, «умная» страна – также неосуществимо без аналитического и интегрирующего воздействия информационных сетей (прежде всего Интернета). В-четвертых, сам Интернет как базовый фактор всепланетной памяти человечества стал продуктом синергетической интеграции локальных информационных систем.

На начало 2016 года число потребителей, регулярно использующих Интернет, составило более 2 млрд человек, т. е. более 27 % населения Земли. С 2000 по 2015 год удельный вес пользователей Интернета увеличился в 4 раза – с 6,5 до 27 %. В Европе проникновение Интернета достигло 75 %, в Северной и Южной Америке – 66 %. А в таких странах, как Норвегия, Великобритания, Катар, Япония и ОАЭ, превысило 90 % [38]. Количество пользователей мобильных телефонов к концу 2015 года достигло 7 млрд (т. е. практически сравнялось с количеством жителей Земли) [33]. Прогнозируется, что именно благодаря интеграции сетей Интернет и мобильной связи количество Интернет-пользователей в 2016 году превысит половину жителей планеты. Объем электронной торговли достиг почти 15 % всемирного объема продаж [21].

Фактически рубеж XX и XXI века и следует считать временем начала Третьей промышленной революции. Именно в этот период в полной мере соединились в единое целое – *Всемирную паутину* (www – World Wide Web) – три главных изобретения человечества, формирующих ключевые инструменты всепланетной памяти: *персональный компьютер, Интернет и цифровые технологии*. Они и обеспечили колоссальную скорость (быстродействие) реализации на глобальном уровне трёх ключевых функций памяти, а именно: фиксации, хранения и воспроизведения

информации в любых её формах (печатных, аудио-, видео-). Это и послужило в конечном итоге причиной взрывного лавинообразного прогресса общественных отношений и технологий, в т. ч. через трансфер последних. Ибо скорость развития любых систем (в т. ч. социально-экономических) обусловлена именно характеристиками быстродействия их памяти.

**Сетизация производства.** В современных условиях реальностью становится создание «умных» (smart) управляющих систем, которые не только берут на себя функцию оптимизации в пространстве и времени производственных процессов, но и служат интегрирующим началом, объединяющим деятельность многих, зачастую сотен, тысяч или, как в случае с энергетической системой *ЭнерНет*, – миллионов хозяйственных звеньев. В частности, «умные» Интернет-системы успешно решают проблемы логистики производственных предприятий, включая задачи поиска оптимальных поставщиков ресурсов, оптимизации маршрутов их доставки, пр.

Подобные системы уже доступны пользователям во многих странах, включая Украину. Например, существующая система управления транспортными перевозками (Google-transport) в состоянии не только рассчитать наиболее эффективный маршрут доставки грузов в определённый пункт следования, но и подобрать груз на обратный путь – чтобы не возвращаться «порожняком».

Как уже отмечалось, сегодня создаются управляющие сети различных уровней: «умный» завод, «умный» дом, «умный» город, «умная» транспортная магистраль. Но все они формируются и функционируют на основе постоянной связи с Интернетом.

**ЭнерНет (EnerNet).** Сама специфика «зелёной» экономики и функционирующей в её рамках «зелёной» энергетики требует коренной трансформации синергетической (коммуникационной) основы. Более того, можно уверенно утверждать, что без подобных преобразований ни «зелёная» экономика, ни тем более «зелёная» энергетика реализованы быть не могут. Основные доводы сводятся к следующему.

В отличие от традиционной энергетики, которая основана на больших по объёму перерабатывающих мощностях, «зелёная» энергетика использует огромное количество (сотни миллионов единиц планируется только в ЕС) небольших генерирующих установок. Это предполагает значительную *деконцентрацию* источников энергии. Фактически каждая семья, оставаясь потребителем энергии, превращается в её производителя. Подобные разрозненные источники энергии могут стать реальной производительной силой только при условии, если они будут объединены в единые системные комплексы и информационно упорядочены.

Другой особенностью «зелёной» энергетики является узкая область условий функционирования каждого из видов получаемой энергии. В частности, солнечные генераторы работают только днём, ветровые – в ветреную погоду, биогазовые – преимущественно летом и осенью и т. д. Кроме того, каждый из них имеет свой собственный спектр оптимальных условий работы. Всё это обуславливает необходимость значительной *диверсификации* энергетической основы экономики.

И, наконец, третья существенная особенность связана с необходимостью *интеграции* энергетических мощностей в единые комплексы не только в масштабах страны, но и в масштабах крупных трансграничных регионов. В частности, в дневное время экономику Европы могут питать солнечные электростанции южных стран, а в ночное время энергию будут поставлять гидроэлектростанции Скандинавии.

Сегодня в Евросоюзе реальностью становится создание информационно-энергетической сети – своеобразного энергетического аналога Интернета. Безусловно, сама идея создания единой энергетической сети, охватывающей значительную территорию, не нова. Подобные сети действуют в таких крупных государствах, как США, Китай, Индия. Единая энергосистема действовала в Советском Союзе. Она продолжала функционировать и в образовавшихся после его распада государствах.

Опыт функционирования подобных сетей используется при формировании ЭнерНета. Однако уровень информационной сложности задач, решаемых последним, несомненно выше. Если прежние энергосистемы должны были главным образом заниматься перераспределением энергии, то комплекс задач энергосистем нового поколения значительно больше. Они должны будут обеспечивать *сбор* (покупку) электроэнергии от миллионов экономических субъектов, использующих сотни миллионов различных генераторов разных видов и типов, её *кондиционирование* (доведение до стандартных параметров), *передачу, хранение, преобразование и использование* энергии в наиболее эффективных режимах, а также обеспечение устойчивости энергосистем. Кроме того, решаются сложнейшие экономические задачи покупки и продажи энергии с её многофакторной тарификацией.

***Виртуальные предприятия.*** Формирование виртуальных предприятий позволяет реализовать принцип концентрации во времени процессов, децентрализованных в пространстве. Благодаря созданию производственных сетей предприятия, находящиеся в различных пространственных условиях – зачастую в различных уголках земного шара, – могут интегрировать свою деятельность в единые производственные циклы.

Подобные примеры демонстрируют многие известные компании мира, в частности транснациональные корпорации «Боинг» и «Аэробус». Ещё один пример – компания CISCO-system, которая контролирует производство около половины компьютерного оборудования в мире. В деятельности компании участвуют 38 крупнейших мировых предприятий в разных странах. Но только два предприятия принадлежат ей непосредственно [8].

Сегодня на мировом рынке можно выбрать себе в партнёры любое предприятие, которое вам комплементарно (т. е. дополняет ваши возможности) по какому-либо сегменту своей деятельности. Это предприятие будет самостоятельно обеспечивать свою логистику, кадровую и техническую политику, а также решать все производственные и маркетинговые вопросы по всем остальным сегментам своей деятельности.

***Горизонтально распределённые сети.*** Одной из особенностей современного развития производительных сил является формирование горизонтальных связей, соединяющих непосредственно (т. е. без посреднических структур) производителей и потребителей изделий и услуг. Этому способствует ряд предпосылок: во-первых, перенос «центра тяжести» с материальных на информационные средства производства (программы, алгоритмы, базы данных) и обобществление последних; во-вторых, децентрация источников энергии, при которой появляются миллионы собственников относительно недорогих единичных мощностей; в-третьих, появление дешевых производственных средств в виде 3D-принтеров, доступных большинству членов общества. В конечном итоге мы становимся свидетелями формирования нового типа экономических отношений. В результате закладываются основы *солидарной*

економіки, при которой производители и (что важно) они же в большинстве собственники средств производства объединяются в единые производственно-потребительские сети, где получают возможность активно влиять на процессы управления производством и распределением доходов.

**«Облачные» технологии (Cloud technologies).** Данный вид технологий позволяет использовать сети для реализации различных производственных процессов, связанных с обработкой информации, за пределами мощностей конкретного предприятия (в том числе конкретного компьютера или IT-системы).

Подобным образом могут выполняться операции: обработки и хранения информации (включая электронные письма), поиска, систематизации и актуализации (т. е. обновления) данных, реализации вычислений, использования компьютерных программ, приложений, баз данных, систем безопасности, интеграционных пакетов и многое другое [30].

Все эти функции выполняются на удалённом от пользователя сервере через Интернет, как бы на «своеобразном «облаке» (отсюда и название технологий). Но фактически каждый отдельный житель Земли начинает пользоваться услугами всепланетной системы памяти. Это колоссально повышает эффективность экономических процессов, многократно ускоряет процессы накопления, фиксации (закрепления) и воспроизведения информации, что закладывает предпосылки для беспрецедентного увеличения темпов развития человеческой цивилизации.

**Заключение.** Наблюдаемая в настоящее время Третья промышленная революция реализуется в ходе триединого взаимодействия трансформаций трёх ключевых групп факторов: *материально-энергетических, информационных и синергетических (коммуникационных)*. В результате именно этих процессов формируются основы экономики нового типа. Ей надлежит разрешить те социально-экономические и экологические проблемы, из лабиринтов которых не в состоянии выбраться существующие экономические системы.

В зависимости от конкретных граней, рассматриваемых различными исследователями, формируемая экономика называется *«зелёной»* (так как основана на экологически щадящих технологиях), *«экономикой космонавтов»* (так как формирует основу использования ресурсов по замкнутым циклам), *сестейновой* (так как ориентируется на достижение целей сестейнового (sustainable) развития), *постиндустриальной* (так как идёт на смену существующего индустриального общества), *информационной* (так ведущим фактором в ней становится информация), *сетевой* (так как фактически завершает создание глобальной сети локальных экономических систем).

Решающие предпосылки перехода к новой экономике закладываются событиями, качественно изменяющими содержание упомянутых трёх системоформирующих групп факторов, а именно: переходом к *возобновимым источникам* материальных ресурсов и энергии (коренным образом изменяет материально-энергетическую основу производства), созданием *компьютера и цифровых технологий* (изменяют информационную основу), формированием *Интернета* как единой всепланетной системы памяти (интегрирует в единую синергетическую основу мировой экономики отдельные локальные системы).

Благодаря новым принципам функционирования производительных сил и реализации производственных отношений появляются возможности решения важнейших социально-экономических задач:



- перехода к замкнутым циклам ресурсопользования;
- радикального снижения экологической нагрузки на природные системы;
- значительного повышения эффективности общественного производства;
- обобществления средств производства и вовлечения широких масс к управлению экономическими системами;
- формирования основ «солидарной экономики»;
- существенного повышения качества жизни людей;
- перехода к целенаправленному воспроизводству и развитию личностной основы человека.

При всех положительных тенденциях, которые несёт Третья промышленная революция, не следует забывать, что она лишь закладывает необходимые предпосылки, которые могут быть преобразованы в реальные контуры экономических систем только разумом и трудом человека.

#### **Литература**

1. *Агамирзян, И.* Третья промышленная революция: начало [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://slon.ru/biz/1009644/>. (Актуально на 01.11.2015).
2. *Белл, Д.* Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования. – М. : Academia, 1999. – 956 с.
3. *Бобылёв, С. Н.* Зеленая экономика и модернизация. Серия «На пути к устойчивому развитию России» / С. Н. Бобылёв. – 2012. – № 60. – 90 с.
4. *В Стэнфорде* создали аккумулятор для гаджетов и электромобилей, заряжающийся за минуту [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://idtech.biz/news/item.php?131584>. (Актуально на 01.11.2015).
5. *В США* разработали инновационную электростанцию, работающую от ветра [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://zeleneet.com/amerikancy-razrabotali-innovacionnyu-energogeneriruyushhuyu-stanciyu-rabotayushhuyu-ot-vetra/13043/>. (Актуально на 01.03.2016).
6. *Вайцеккер, Э.* Фактор четыре. Затрат – половина, отдача двойная. Новый доклад Римскому клубу / Э. Вайцеккер, Э. Ловинс, Л. Ловинс ; пер. с англ. – М. : Academia, 2000. – 400 с.
7. *Вайцеккер Э.* Фактор пять. Формула устойчивого роста: Доклад Римскому клубу / Э. Вайцеккер, К. Харгрус, М. Смит и др. – М. : АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2013. – 368 с.
8. *Возможна ли новая научно-техническая революция?* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://polymus.ru/ru/pop-science/video/vozmozhna-li-novaya-nauchno-tehnicheskaya-revolutsiya/>. (Актуально на 20.12.2015).
9. *Волоконно-оптические* световоды и датчики предупредят технические катастрофы. Телеком, 10.01.2003 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.cnews.ru/articles/volokonnoopticheskie\\_svetovody\\_i\\_datchiki](http://www.cnews.ru/articles/volokonnoopticheskie_svetovody_i_datchiki). (Актуально на 10.10.2015)
10. *Горина, А.* Новый 3D-принтер работает с рекордным количеством материалов. Вести.ru. 25 августа 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2656537>. (Актуально на 01.11.2015).
11. *Грандиозный* план строительства гидроэлектростанции в пустыне Южной Америки [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://facepla.net/the-news/energy-news-mnu/5359-гидроэлектростанции-в-пустыне.html>. (Актуально на 01.03.2016).
12. *Для 139* країн світу [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ecotown.com.ua/news/Dlya-139-krayin-svitu-v-tomu-chysli-dlya-Ukrayiny-stvoreno-plan-vidmovy-vid-vykopnoho-palyva-do-2050/>. (Актуально на 20.12.2015).
13. *Доронин, Ф. А.* Разработаны чернила для 3D-биопринтера на основе наноцеллюлозы. Нанометр. Нанотехнологическое сообщество. 05 июля 2015 [Электронный ресурс]. – Режим

- доступа : [http://www.nanometer.ru/2015/07/05/drevesnaa\\_celluloza\\_464765.html](http://www.nanometer.ru/2015/07/05/drevesnaa_celluloza_464765.html). (Актуально на 1.11.2015).
14. *Ерёмкина, Н.* Третья промышленная революция. Экономика роста [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.gazeta.ru/growth/2015/05/12\\_a\\_6683125.shtml](http://www.gazeta.ru/growth/2015/05/12_a_6683125.shtml). (Актуально на 01.10.2015).
  15. *Жизнь с водорослями. Зелёный город. Альтернативная энергетика.* 14.07.2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://speedsurfing1.appspot.com/green-city.su/zhizn-s-vodoroslyami/>. (Актуально на 01.11.2015).
  16. *Загорская, Д.* Осы вдохновили инженеров на 3D-печать домов из грязи и глины. Вести.ru. 24 сентября 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2667910>. (Актуально на 01.11.2015).
  17. *Загорская, Д.* Цельный 3D-принтер обещает стоить не больше холодильника. Вести.ru. 7 апреля 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2485308> (Актуально на 01.11.2015).
  18. *Загорский, И.* На смену трехмерной печати приходит четырехмерная. Вести.ru. 22 декабря 2014. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2220106&tid=108002>.
  19. *Зелёная экономика* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.regreenlab.ru/ru/green-economic>. (Актуально на 01.09.2015).
  20. *Ильченко, Л.* Во Франции установили дерево, которое вырабатывает электроэнергию [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://creativpodiya.com/posts/46286> (Актуально на 01.10.2015).
  21. *Интернет* – Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет>. (Актуально на 01.11.2015).
  22. *Краснянский, М. Е.* Третья промышленная революция [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.krasnyanskyy.com/home/tretya-promyshlennaya-revolutsiya.html>. (Актуально на 1.11.2015).
  23. *Купить электромобиль* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ecoist.com.ua/electrotransport/electromobili.html>. (Актуально на 01.06.2015).
  24. *Литвинова, А.* Создано энергетическое «дерево» для подзарядки гаджетов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.3dnews.ru/909826>. (Актуально на 10.10.2015).
  25. *Лицук, А. В.* Нидерландах появилась первая в мире солнечная велодорожка [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://ru.golos.ua/suspilstvo/14\\_10\\_31\\_v\\_niderlandah\\_poyavilas\\_pervaya\\_v\\_mire\\_solnechnaya\\_velo\\_dorozhka](http://ru.golos.ua/suspilstvo/14_10_31_v_niderlandah_poyavilas_pervaya_v_mire_solnechnaya_velo_dorozhka). (Актуально на 01.11.2015).
  26. *Мельник, Л. Г.* Триалектические основы управления развитием экономических систем : монография / Л. Г. Мельник. – Сумы : Университетская книга, 2015. – 448 с.
  27. *Мохнатый небоскреб построят в Швеции. Шведская архитектурная студия Belatchew Arkitekter* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://realty.rbc.ru/articles/21/05/2013/562949987015846.shtml>. (Актуально на 01.10.2015).
  28. *Новый аккумулятор будет стоить на 60% меньше, чем существующий стандарт* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.facepla.net/the-news/tech-news-mnu/5340-новый-аккумулятор.html>. (Актуально на 01.03.2016).
  29. *Новый рекорд Германии: 50,6% энергии за сутки получено от солнечных батарей* [Электронный ресурс] // Энергия и элементы питания. – Режим доступа : <http://geektimes.ru/post/227029/>. (Актуально на 01.11.2015).
  30. *Облачные технологии для земных пользователей* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.tatcenter.ru/online/88/>. (Актуально на 01.03.2016).
  31. *Обувь собирает кинетическую энергию во время ходьбы* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.facepla.net/the-news/tech-news-mnu/5384-обувь-собирает-энергию.html>. (Актуально на 01.03.2016).
  32. *Омель, Ю.* Третья промышленная революция и перспективы Украины (для «Хвилі»)

- [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://hvylyya.net/analytics/economics/tretya-promyshlennaya-revolutsiya-i-perspektivy-ukrainyi.html>. (Актуально на 01.10.2015)
33. *ООН*: число пользователей мобильной связью в мире к концу года превысит 7 миллиардов человек [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.unian.net/world/1128315-oon-chislo-polzovateley-mobilnoy-svyazyu-v-mire-k-konstu-goda-prevyisit-7-milliardov-chelovek.html>. (Актуально на 01.03.2016).
34. *Определение* третьей промышленной революции [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/services/manufacturing/stories/pages/additive-manufacturing-is-defininf-the-third-industrial-revolution.aspx>. (Актуально на 01.11.2015)
35. *Оптическое* волокно [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическое\\_волокно](https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическое_волокно). (Актуально на 10.10.2015)
36. *Перелет, Р. А.* «Зелёная» экономика в ЕС: Политика и практика [Электронный ресурс] / Р. А. Перелет. – Режим доступа : <http://www.wecoop-project.org>. – Заголовок с экрана (Актуально на 01.06.2015)
37. *Пильцер, П.* Безграничное богатство. Теория и практика экономической алхимии / Новая постиндустриальная волна на Западе. Антология / П. Пильцер. – М. : Academia, 1999. – С. 417.
38. *Пользователи* Интернета в мире [Электронный ресурс] – Режим доступа : [http://www.bizhit.ru/index/polzovateli\\_interneta\\_v\\_mire/0-404](http://www.bizhit.ru/index/polzovateli_interneta_v_mire/0-404). (Актуально на 01.03.2016).
39. *Разработан* новый полимерный материал для хранения солнечного тепла [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://tesiaes.ru/?p=15061>. (Актуально на 01.03.2016).
40. *Разработана* дешёвая система получения водородного топлива [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://lenta.ru/news/2014/09/25/perovksolar/>. (Актуально на 01.03.2016).
41. *Самойлов, А.* Третья индустриальная революция. Выступление в Witbox Maker School 18.06.2014 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.youtube.com/watch?v=vqluJONGZuU>. (Актуально на 01.11.2015).
42. *Смогут* ли города Китая стать «умнее» западных [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2016/02/22a.html>. (Актуально на 01.03.2016).
43. *Тенденции* на рынке биогаза в Европе [Электронный ресурс]. – Режим доступа : Biowatt (<http://goo.gl/19AFbm>). – 2015) (Актуально на 01.03.2016).
44. *Толмачёв, О.* Что такое конвергенция? [Электронный ресурс] // Сети и бизнес. – 2005. – № 4. – Режим доступа : [http://www.sib.com.ua/arhiv\\_2005/4\(23\)2005/konverg/konverg.htm](http://www.sib.com.ua/arhiv_2005/4(23)2005/konverg/konverg.htm). (Актуально на 10.10.2015).
45. *Турлікьян, Т.* Нові батареї від Samsung дозволять електромобілю проїхати 600 км на одному заряді [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/Novi-batareivi-vid-Samsung-dozvoluyayut-elektromobilyam-proyikhaty-600-km-na-odnomu-zaryadi-/>. (Актуально на 01.03.2016).
46. *Турлікьян, Т.* У США кількість працівників «сонячної» сфери вперше перевищила нафтову промисловість [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/U-SSHA-kilkist-pratsivnykiv-sonyachnoyi-sfery-vpershe-perevyshchyla-naftovu-promyslovist-/>. (Актуально на 01.03.2016).
47. *Федосенко, Н.* В 2015-му інвестиції у відновлювану енергетику сягнули 329 млрд доларів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/V-2015-mu-investytsiyi-u-vidnovlyuvanu-enerhetyku-syahnuly-329-milyardiv-dolariv/>. (Актуально на 01.03.2016).
48. *Федосенко, Н.* У США працює інноваційна цілодобова сонячна електростанція [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/U-SSHA-pratsyuve-innovatsiyna-tsilodobova-sonyachna-elektrostantsiya-/>. (Актуально на 01.03.2016).
49. *Хенс, Л.* Концептуальные основы устойчивого развития // Устойчивое развитие: теория, методология, практика. – Сумы : Университетская книга, 2009. – С. 48–66.
50. *Щедровицкий, П. Г.* Третья промышленная революция. Выступление на XIX межрегиональной тьюторской конференции, 28.10.2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.youtube.com/watch?v=4a4qwUPJTik>. (Актуально на 01.10.2015).
51. *Электромобили* в Украине в 2015 году: сервис, зарядка, выгода в деньгах [Электронный

- ресурс]. – Режим доступа : <http://itc.ua/articles/elektromobili-v-ukraine-v-2015-godu-servis-zaryadka-vyigoda-v-dengah/>. (Актуально на 01.06.2015).
52. Яковлева, Н. Schneider Electric розробили «розумну» систему накопичення енергії EcoBlade [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://ecotown.com.ua/news/Schneider-Electric-rozrobilya-rozumnu-systemu-nakopychennya-enerhiyi-EcoBlade/>. (Актуально на 01.03.2016).
53. Яковлева, Н. У 2015 році світ зменшив споживання вугілля на 47 млн тон. [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://ecotown.com.ua/news/U-2015-rotsi-svit-zmenshyv-spozhyvannya-vuhillya-na-47-mln-tonn-/>. (Актуально на 01.03.2016).
54. Boulding, K. The Economics of the Coming Spaceship Earth // Classics in Environmental Studies. An Overview of Classic Texts in Environmental Studies / Editors: N. Nelissen, J. van der Straaten, L. Klinkers. – Utrecht, the Netherlands: International Books, 1997. – P. 218–228.
55. Costanza, R., Daly, H. E., Cumberland, J. H. An Introduction to Ecological Economics: Oxford : CRC Press, 1997. – 288 p.
56. Daly, H. Ecological economics: principles and applications / H. Daly; J. Farley. – Washington : Island Press, 2004. – 320 p.
57. Denmark Just Produced 140% of its Electricity Needs with Renewable Wind Power. Earth we are on. News. July 17.2015. [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ewao.com/a/1-denmark-just-produced-140-of-its-electricity-needs-with-renewable-wind-power/>. (Актуально на 01.11.2015).
58. Oosterhuis, F. Product Policy in Europe : New Environmental Perspectives / Oosterhuis F., Rubik F., Scholl G. – Dordrech, Netherlands : Kluwer Academic Publishers, 1996. – 306 p.
59. Rifkin, J. The Third Industrial Revolution. How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the Worlds [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://www.foet.org/JeremyRifkin.htm>. (Актуально на 01.10.2015).
60. Šauer, P. et al. Assessment of Environmental Policy Implementation: Two Case Studies from the Czech Republic // Polish Journal of Environmental Studies [elektromickydroj]. – 2012. – 21(5). – pp. 1383–1391.
61. Solar and Wind Just Passed Another Big Turning Point [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-10-06/solar-wind-reach-a-big-renewables-turning-point-bnef>. (Актуально на 10.03.2016).
62. Solar Power. Clean Technica [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://cleantechnica.com/solar-power/>. (Актуально на 01.03.2016).
63. Towards a green economy in Europe – EU environmental policy targets and objectives 2010–2050 [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://www.eea.europa.eu/publications/towards-a-green-economy-in-europe>. (Актуально на 20.09.2015).
64. 9 quotes that sum up the Fourth Industrial Revolution [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://www.weforum.org/agenda/2016/01/9-quotes-that-sum-up-the-fourth-industrial-revolution>. (Актуально на 01.03.2016).

*Получено 01.03.2016 г.*

### **Інноваційний потенціал Третьої промислової революції**

**ЛЕОНІД ГРИГОРОВИЧ МЕЛЬНИК\***

*\* доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економіки та бізнес-адміністрування Сумського державного університету, директор Науково-дослідного інституту економіки розвитку МОН України і НАН України у складі Сумського державного університету, вул. Р.-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна, тел.: 00-380-542-332223, e-mail: melnyksuty@gmail.com*

Досліджується інноваційний потенціал Третьої промислової революції (ТПР), який реалізується через триалектичну взаємодію трьох груп системотвірних чинників: матеріально-енергетичних, інформаційних, синергетичних. Розглядаються напрямки трансформаційних перетворень за кожною із згаданих груп у ході ТПР. Аналізується екологічний вектор інновацій, результатом яких у кінцевому підсумку може стати формування «зеленої» економіки («економіки космонавтів»), що функціонує на основі замкнених циклів використання ресурсів. Називаються три базові групи інновацій, що обумовлюють хід ТПР: перехід на відновлювані джерела енергії; освоєння цифрових технологій у сфері виробництва і споживання продукції; мережізація соціально-економічної системи.

*Ключові слова:* Третя промислова революція, інновації, «зелена» економіка, мережізація економіки.

*Mechanism of Economic Regulation, 2016, No 1, 9–32  
ISSN 1726-8699 (print)*

**Innovation Potential of the Third Industrial Revolution**

**LEONID HR. MELNYK\***

*\* Dr. (Economics), Professor, Head of Department of Economics and Business-Administration,  
Sumy State University, Director of Research Institute for Development Economics (IDE) at Sumy State  
University, Ministry of Education and Science of Ukraine, National Academy of Science of Ukraine,  
R.-Korsakova Street, 2, Sumy, 40007, Ukraine,  
phone: 00-380-542-332223, e-mail: melnyksumy@gmail.com*

*Manuscript received 01 March 2016*

The innovative potential of the Third Industrial Revolution (TIR), which is realized through trialectic interaction of three groups of system forming factors: material and energy, information, synergetic – is studied. Directions of transformational changes in each of these factors groups during the TIR are analysed. Environmental vector of the TIR innovations through formation of green economy («economy of spacemen») is shown. In particular it allows to form closed cycles of resource use. Three basic groups of innovations that provided the TIR: transition to renewable energy sources; the development of digital technologies in the production and consumption spheres; netting socio-economic system – are presented. In material and energy groups they are: transition to renewable sources of resources; effective accumulation of energy; resources saving measures; use of new materials; dematerialization of economic processes, including transport; coming to dynamic forms of material assets. In information groups they are: research providing technical modernization; informatization of production, logistics and consumption; revolution in material treatment convergence in production and consumption. In synergetic groups they are: netting of production and consumption; creating the EnerNet; forming virtual enterprise; horizontal distributive networks; «cloud» technologies introduction.

*Keywords:* the Third Industrial Revolution, innovations, green economy, netting of economy.

*JEL Codes:* O13, O18, O33, Q55

*References:* 64

*Language of the article:* Russian

*References*

1. Agamirzyan, I. (2015), The third industrial revolution: the beginning, <http://slon.ru/biz/1009644/>. (In Russian)
2. Bell, D. (1999), *The Coming of post-industrial society. Experience of social forecasting*, Moscow, Academia. (In Russian)

3. Bobylev, S. N. (2012), *Green economy and modernization*. Series "On the road to sustainable development of Russia", 60, 90. (In Russian)
4. At Stanford have created a battery for gadgets and electric vehicles, charging per minute, <http://idtech.biz/news/item.php?131584>. (In Russian)
5. In the U.S. has developed an innovative power plant that runs on wind, <http://zeleneet.com/amerikancy-razrabotali-innovacionnuyu-energogeneriruyushhuyu-stanciyu-rabotayushhuyu-ot-vetra/13043/>. (In Russian)
6. Weizsäcker, E., Lovins, E., Lovins, L. (2000), *Factor four. Costs – half, returns double. A new report to the club of Rome*, – Moscow, Academia. (In Russian)
7. Weizsäcker, E., Hargus, K., Smith, M. and others (2013), *Factor five. Formula for sustainable growth: a Report to the club of Rome*, Moscow, AST-PRESS KNIHA. (In Russian)
8. Is it possible a new scientific and technological revolution?, <https://polymus.ru/ru/pop-science/video/vozmozhna-li-novaya-nauchno-tehnicheskaya-revoljutsiya/>. (In Russian)
9. Fiber-optic light guides and detectors will alert a technical disaster. Telecom, 10.01.2003, <http://www.cnews.ru/articles/volokonnoopticheskie-svetovody-i-datchiki>. (In Russian)
10. Gorin, A. A. New 3D printer works with a record number of materials, <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2656537>. (In Russian)
11. A master plan of hydropower plant in the desert of South America, <http://facepla.net/the-news/energy-news-mnu/5359-гидроэлектростанции-в-пустыне.html>. (In Russian)
12. For 139 countries of the world, <http://ecotown.com.ua/news/Dlya-139-krayin-svitu-v-tomu-chysli-dlya-Ukrayiny-stvoreno-plan-vidmovy-vid-vykopnoho-palyva-do-2050/>. (In Ukrainian)
13. Doronin, A. F. Developed for 3D-bioprinter based nanocellulose. The nanotechnology community, <http://www.nanometer.ru/2015/07/05/drevesnaa-celluloza-464765.html>. (In Russian)
14. Eremina, N. The third industrial revolution. Economy growth, [http://www.gazeta.ru/growth/2015/05/12\\_a\\_6683125.shtml](http://www.gazeta.ru/growth/2015/05/12_a_6683125.shtml). (In Russian)
15. Life with algae. A green city. Alternative energy, <http://speedsurfing1.appspot.com/green-city/su/zhizn-s-vodoroslyami/>. (In Russian)
16. Zagorskaya, D. Wasps inspired the engineers at 3D printing houses from mud and clay, <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2667910>. (In Russian)
17. Zagorskaya, D. Solid 3D printer promises to cost no more than your refrigerator, <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2485308>. (In Russian)
18. Zagorski, I. (2014) On the change of three-dimensional printing comes in a four-dimensional, <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2220106&tid=108002>. (In Russian)
19. Green economy, <http://www.regreenlab.ru/ru/green-economic>. (In Russian)
20. Ilchenko, L. In France have established a tree that generates electricity, <http://creativpodiya.com/posts/46286>. (In Russian)
21. Internet. Wikipedia, <https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет>. (In Russian)
22. Krasnyansky, M. E. The Third industrial revolution, <http://www.krasnyanskyy.com/home/tretya-promyshlennaya-revoljutsiya.html>. (In Russian)
23. Buy electric vehicle, <http://ecoist.com.ua/electrotransport/electromobili.html>. (In Russian)
24. Litvinov, A. Created energy a "tree" for recharging gadgets, <http://www.3dnews.ru/909826>. (In Russian)
25. Lishchuk, A. V. The Netherlands, there was the world's first solar bike path, [http://ru.golos.ua/suspilstvo/14\\_10\\_31\\_v-niderlandah-poyavilas-pervaya-v-mire-solnechnaya-velo-dorojka](http://ru.golos.ua/suspilstvo/14_10_31_v-niderlandah-poyavilas-pervaya-v-mire-solnechnaya-velo-dorojka). (In Russian)
26. Melnyk, L. G. (2015), *Trialectic framework of management of development of economic systems*, Sumy, Universitietskaya kniha. (In Russian)
27. Hairy skyscraper to be built in Sweden. Swedish architectural Studio Belatchew Arkitekter, <http://realty.rbc.ru/articles/21/05/2013/562949987015846.shtml>. (In Russian)
28. A new battery will cost 60% less than the existing standard, <http://www.facepla.net/the-news/tech-news-mnu/5340-новый-аккумулятор.html>. (In Russian)

29. New record for Germany: 50,6% of energy per day derived from solar, <http://geektimes.ru/post/227029/>. (In Russian)
30. Cloud computing for earth users, <http://www.tatcenter.ru/online/88/>. (In Russian)
31. Shoes gathers kinetic energy while walking, <http://www.facepla.net/the-news/tech-news-mnu/5384-обувь-собирает-энергию.html>. (In Russian)
32. Ames, J. The Third industrial revolution and perspectives of Ukraine, <http://hvylyya.net/analytics/economics/tretya-promyshlennaya-revoljutsiya-i-perspektivy-ukrainyi.html>. (In Russian)
33. UN: Number of mobile users in the world will exceed 7 billion people by the end of the year, <http://www.unian.net/world/1128315-oon-chislo-polzovateley-mobilnoy-svyazyu-v-mire-k-kontsu-goda-prevyisit-7-milliardov-chelovek.html>. (In Russian)
34. The definition of the third industrial revolution, <http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/services/manufacturing/stories/pages/additive-manufacturing-is-defininf-the-third-industrial-revolution.aspx>. (In Russian)
35. The optical fiber, [https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическое\\_волокно](https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическое_волокно). (In Russian)
36. Perelet, R. A. Green economy in EU: Policy and practice, <http://www.wecoop-project.org> (In Russian)
37. Pilzer, P. (1999), Boundless wealth. Theory and practice of economic alchemy, *A new post-industrial wave in the West. Anthology*, Moscow, Academia. (In Russian)
38. Internet users in the world, [http://www.bizhit.ru/index/polzovateli\\_interneta\\_v\\_mire/0-404](http://www.bizhit.ru/index/polzovateli_interneta_v_mire/0-404). (In Russian)
39. Developed a new polymeric material for storage of solar heat, <http://tesiaes.ru/?p=15061>. (In Russian)
40. Developed cheap hydrogen fuel, <http://lenta.ru/news/2014/09/25/perovskosolar/>. (In Russian)
41. Samoilov, A. the Third industrial revolution. Performance in Witbox Maker School, <https://www.youtube.com/watch?v=vqluJONGZuU>. (In Russian)
42. If China's cities become "smarter" west, <http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2016/02/22a.html>. (In Russian)
43. Trends in the biogas market in Europe (2015), <http://goo.gl/19AFbm>. (In Russian)
44. Tolmachev, A. (2005), "What is convergence?," *Seti i biznes*, 4, [http://www.sib.com.ua/arhiv\\_2005/4\(23\)2005/konverg/konverg.htm](http://www.sib.com.ua/arhiv_2005/4(23)2005/konverg/konverg.htm). (In Russian)
45. Turlikian, T. New battery from Samsung will allow electric car to travel 600 km on a single charge, <http://ecotown.com.ua/news/Novi-batareyi-vid-Samsung-dozvoliyayut-elektromobilyam-proyikhaty-600-km-na-odnomu-zaryadi/>. (In Ukrainian)
46. Turlikian, T. In the USA the number of employees in the solar sector for the first time exceeded the oil industry, <http://ecotown.com.ua/news/U-SSHA-kilkist-pratsivnykiv-sonyachnoyi-sfery-vpershe-perevyschyla-naftovu-promyslovist/>. (In Ukrainian)
47. Fedosenko, N. In 2015 investments in renewable energy amounted to 329 billion dollars, <http://ecotown.com.ua/news/V-2015-mu-investytsiyi-u-vidnovlyvanu-enerhetyku-svahnyly-329-milyardiv-dolariv/>. (In Ukrainian)
48. Fedosenko, N. This innovative clock solar power, <http://ecotown.com.ua/news/U-SSHA-pratsyuye-innovatsiyina-tsilodobova-sonyachna-elektrostantsiya/>. (In Ukrainian)
49. Hens, L. (2009), Conceptual foundations of sustainable development, *Sustainable development: theory, methodology, practice*, Sumy, Universitietskaia kniha, 48–66. (In Russian)
50. Shchedrovitskiy, P. H. Third industrial revolution. Presentation at the XIX conference of the interregional Tutors, <https://www.youtube.com/watch?v=4a4qwUPJTik>. (In Russian)
51. Electric vehicles in Ukraine in 2015: service, charge, benefit in money, <http://itc.ua/articles/elektromobili-v-ukraine-v-2015-godu-servis-zaryadka-vyigoda-v-dengah/>. (In Russian)
52. Yakovlyeva, N. Schneider Electric developed a smart energy storage system EcoBlade, <http://ecotown.com.ua/news/Schneider-Electric-rozroblyla-rozumnu-systemu-nakopychennya-enerhiyi-EcoBlade/>. (In Ukrainian)

53. Yakovlyeva, N. The world in 2015 reduced coal consumption by 47 million tons, <http://ecotown.com.ua/news/U-2015-rotsi-svit-zmenshyv-spozhyvannya-vuhillya-na-47-mln-tonn-/>. (In Ukrainian)
54. Boulding, K. (1997), *The Economics of the Coming Spaceship Earth, Classics in Environmental Studies. An Overview of Classic Texts in Environmental Studies*, Utrecht, the Netherlands, International Books, 218–228. (In English)
55. Costanza, R., Daly, H. E., Cumberland, J. H. (1997), *An Introduction to Ecological Economics*, Oxford, CRC Press. (In English)
56. Daly, H., Farley J. (2004), *Ecological economics: principles and applications*, Washington, Island Press. (In English)
57. Denmark Just Produced 140% of its Electricity Needs with Renewable Wind Power. Earth we are on, <http://www.ewao.com/a/1-denmark-just-produced-140-of-its-electricity-needs-with-renewable-wind-power/>. (In English)
58. Oosterhuis F., Rubik F., Scholl G. (1996), *Product Policy in Europe: New Environmental Perspectives*, Dordrech, Netherlands, Kluwer Academic Publishers. (In English)
59. Rifkin, J. *The Third Industrial Revolution. How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the Worlds*, <http://www.foet.org/JeremyRifkin.htm>. (In English)
60. Šauer, P. et al. “Assessment of Environmental Policy Implementation: Two Case Studies from the Czech Republic,” *Polish Journal of Environmental Studies*, 21 (5), 1383–1391. (In English)
61. Solar and Wind Just Passed Another Big Turning Point, <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-10-06/solar-wind-reach-a-big-renewables-turning-point-bnef>. (In English)
62. Solar Power. Clean Technica, <http://cleantechnica.com/solar-power/>. (In English)
63. Towards a green economy in Europe – EU environmental policy targets and objectives 2010–2050, <http://www.eea.europa.eu/publications/towards-a-green-economy-in-europe>. (In English)
64. 9 quotes that sum up the Fourth Industrial Revolution, <http://www.weforum.org/agenda/2016/01/9-quotes-that-sum-up-the-fourth-industrial-revolution>. (In English)