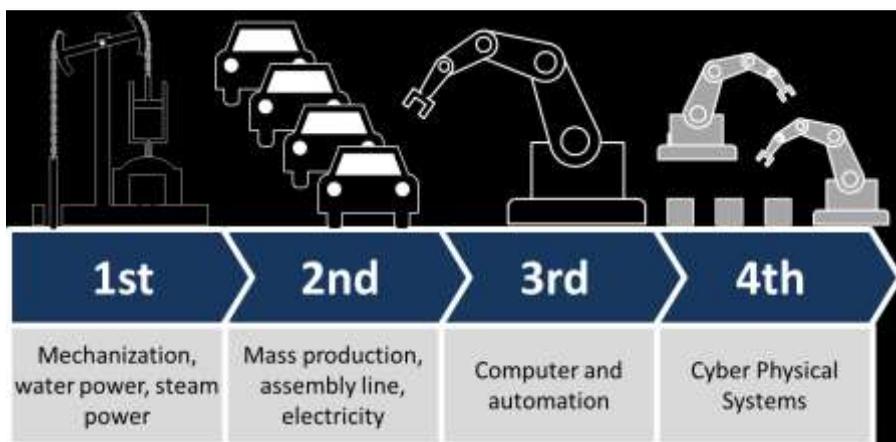


**Л. Г. Мельник, А. М. Маценко,
И. Б. Дегтярева, А. В. Кубатко**

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕВОЛЮЦИИ

Учебное пособие



Университетская
книга

**L. Melnyk, O. Matsenko,
I. Dehtyarova, O. Kubatko**

**INDUSTRIAL
REVOLUTIONS**

Lectures and Tutorials

Sumy
University Book
2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

**Л. Г. Мельник, А. М. Маценко,
И. Б. Дегтярева, А. В. Кубатко**

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РЕВОЛЮЦИИ

Учебное пособие

*Рекомендовано ученым советом
Учебно-научного института финансов, экономики и
менеджмента имени Олега Балацкого
как учебное пособие*

Суми
Університетська книга
2017

УДК 338.12
ББК 65.50.113
П81

Рецензенты:

И. К. Быстрыков – доктор экономических наук, профессор, заведующий отделом комплексной оценки и управления природными ресурсами Института экономики природопользования и устойчивого развития НАН Украины, г. Киев;
Т. И. Лепейко – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой менеджмента и бизнеса Харьковского национального экономического университета им. С. Кузнеця, г. Харьков.

В. Н. Тарасевич – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономической теории Национальной металлургической академии Украины, г. Днепр.

Рекомендовано к печати ученым советом Учебно-научного института финансов, экономики и менеджмента имени Олега Балацкого. Протокол №10 от 1 июня 2017 г.

Мельник Л.Г.

Промышленные революции : учебное пособие / Л. Г. Мельник, А. М. Маценко, И. Б. Дегтярева, А. В. Кубатко. – Сумы : ИТД «Университетская книга», 2017. – 160 с.

П 18 В учебном пособии представлены закономерности развития социально-экономических систем, приводящие к возникновению промышленных революций. Дана характеристика всем известным человечеству промышленным революциям. Представлены предпосылки перехода общества к Четвертой промышленной революции.

Для студентов экономических и технических специальностей, аспирантов и ученых, а также представителей бизнеса.

УДК 338.12
ББК 65.50.113

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	9
1. ЗАКОНОМЕРНЫЙ ХАРАКТЕР ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТРЕТЬЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ*	12
1.1 Предпосылки перехода к сестейновому (устойчивому) развитию и сестейновой («зелёной» экономике)	12
1.2 Природоресурсные факторы формирования сестейновой экономики	17
1.3 Содержание сестейновой экономики	29
1.4 Функции сестейновой экономики	32
1.5 Цивилизационное значение сестейновой экономики	37
2. ХАРАКТЕРИСТИКА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕВОЛЮЦИЙ В ИСТОРИИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА**	40
2.1 Базовые компоненты функционирования социально-экономических систем	40
2.2 Роль системоформирующих факторов в реализации социально-экономических революций	51
2.3 Первая промышленная революция и зарождение индустриальной формации	54
2.4 Вторая промышленная революция и развитие индустриального общества	57

3.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ТРЕТЬЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ (Т.П.Р.)***	66
3.1	Вызовы Т.п.р.	66
3.2	Причины и мотивы Т.п.р.	70
3.3	Экономические предпосылки реализации Т.п.р.	73
3.4	Предпосылки реализации Т.п.р.	74
4.	ТРАНСФОРМАЦИЯ МАТЕРИАЛЬНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ В ХОДЕ Т.П.Р.***	79
4.1	Переход к возобновимым источникам энергии.....	79
4.2	Эффективное аккумулирование энергии	95
4.3	Политика ресурсосбережения	100
4.4	Использование новых материалов	102
4.5	Дематериализация транспортных процессов.....	103
4.6	К динамичным формам материальных активов.....	105
5.	ТРАНСФОРМАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОСНОВЫ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ХОДЕ Т.П.Р.***	108
5.1	Научное сопровождение технической модернизации.....	108
5.2	Информатизация производства, логистики, сбыта.....	111

5.3	Революция в материаловедении.....	112
5.4	Конвергенция в производстве и потреблении	118
6.	ТРАНСФОРМАЦИЯ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ В ХОДЕ Т.П.Р.**	121
6.1	Синергетическая основа как ядро Т.п.р.	121
6.2	Сетизация производства	123
6.3	Виртуальные предприятия.....	126
6.4	Горизонтально распределённые связи.....	127
6.5	«Облачные» технологии	128
7.	КОНТУРЫ ЧЕТВЕРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ (Ч.П.Р.)***	131
7.1	Содержание Ч.п.р.	131
7.2	Предпосылки «Индустрии 4.0»	134
7.3	«Интернет вещей»	139
7.4	Коммуникации в эпоху Ч.п.р.	140
7.5	Экологические возможности Ч.п.р.	143
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	147
	ЛИТЕРАТУРА	149

* Глава содержит результаты исследования проведенных в рамках выполнения госбюджетной научно-исследовательской работы «Разработка фундаментальных основ воспроизводственного механизма «зе-

ленной» экономики в условиях информационного общества» (№ гос. регистр. 0115U000684)

** Главы содержат результаты исследования проведенных в рамках выполнения Украинно-Литовского проекта «Разработка институциональных и экономических основ обеспечения устойчивого развития и «зеленой» экономики» на региональном уровне» и поддерживается за счет гранта (№ ТАР LU-4-2016) Литовского исследовательского комитета.

*** Главы подготовлены в рамках проекта ЕС Жана Монне «Using best EU practices for sustainable economy forming in Ukraine (UBEUP) 553185-EPP-1-2014-1-UA-EPPJMO-MODULE»

ВВЕДЕНИЕ

В 1966 году американский экономист Коннет Боулдинг опубликовал статью «Экономика будущего космического корабля Земля» (Boulding, 1997). В общем виде ключевая идея автора сводится к следующему. Рост населения Земли, истощение природных ресурсов и ассимиляционного потенциала планеты обусловили исчерпание возможностей «открытой экономики», основанной на условно неограниченных ресурсах и неограниченном потенциале планеты перерабатывать отходы цивилизации. Подобную экономику учёный назвал «ковбойской» по ассоциации с бескрайними равнинами и безрассудным, потребительским образом жизни. Экологические условия вынуждают переходить к новым принципам «замкнутой экономики» (её автор называет «экономикой космонавтов»). В ней, как и в космическом корабле, все источники ресурсов и все резервуары для отходов ограничены как с точки зрения притока, так и оттока. В силу этого человеку предстоит формировать свою деятельность на основе циклических систем воспроизводства необходимых средств жизнеобеспечения. Основной оценкой её успеха будут не количественные показатели производства и потребления продукции, или, иначе говоря, не объемы вещественно-энергетических потоков из ресурсов в отходы (как это происходит сейчас). Они характеризуют лишь пропускную способность производственных мощностей. Ведущим станет иной показатель – качество и сложность всеобщего капитала (total capital stock), включая физическое и мыслительное состояние человека (the state of the human bodies and minds).

Период в полстолетия, который человечество прожило с момента опубликования упомянутой статьи, позволяет более пристально взглянуть в контуры социально-экономической системы, ожидающей нас в будущем. И сегодня всё больше различимыми становятся некоторые её особенности, которые проявляются, в частности, в формируемой сестейновой («зелёной») экономике.

Прогнозирование является важнейшей функцией управления в экономике. Один из тезисов системного анализа гласит: «Видеть систему в будущем – значит, не делать ошибок в настоящем» (Иванов, 2012). Сегодня, в условиях беспрецедентного ускорения процессов, изменения экономики и общества, особенно важно учитывать тенденции развития, социально-экономических систем для обоснованного принятия решений по управлению социально-экономическими системами в пространстве и времени.

При анализе поведения экономических систем чрезвычайно важно видеть логику происходящих событий. Именно она позволяет обоснованно принимать решения, по возможности избегая ошибок, способных привести к негативным последствиям в будущем. Настоящая работа посвящена анализу причинно-следственных связей в процессе формирования «зелёной» (сестейновой) экономики и реализации Третьей промышленной революции.

Третья промышленная революция, которую человечество переживает в настоящее время, является крупнейшим трансформационным явлением в истории человеческой цивилизаций. Можно без преувеличения утверждать о том, что сегодня общество находится на пороге очередного фазового перехода, соизмеримого по своему значе-

нию с теми качественными скачками, которые ему приходилось переживать в эпохи Неолитической и Первой промышленной революции. В немногочисленных научных публикациях пока просматриваются лишь отдельные фрагменты указанных явлений.

Для качественных преобразований социально-экономической системы должно быть готово состояние компонентов триады системоформирующих групп факторов: материально-энергетических, информационных и синергетических.

Четвертая промышленная революция (получившая также название «Индустрия 4.0»), логически продолжает траекторию Третьей промышленной революции, в которой движущей силой развития социально-экономических систем является *синергетическая* основа. Однако здесь объектами интеграционных синергетических процессов становятся не только управляемые человеком технические системы, но и сами *киберфизические* системы без непосредственного участия человека. Для целенаправленного управления системами в ходе Четвертой промышленной революции, необходимо глубокое понимание содержания происходящих процессов.

Авторский вклад: д.э.н., профессор Л. Г. Мельник – лекционный материал к разделам 1–7, введение и заключение; к.э.н., доцент А. М. Маценко – вопросы для самоподготовки; к.э.н., доцент И. Б. Дегтярева – лекционный материал к разделу 4; к.э.н. А. В. Кубатко – лекционный материал к разделам 2, 4.

1. ЗАКОНОМЕРНЫЙ ХАРАКТЕР ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТРЕТЬЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ

- Предпосылки перехода к сестейновому (устойчивому) развитию и сестейновой («зелёной») экономике
- Природоресурсные факторы формирования сестейновой экономики
- Содержание сестейновой экономики
- Функции сестейновой экономики
- Цивилизационное значение сестейновой экономики

1.1 Предпосылки перехода к сестейновому (устойчивому) развитию и сестейновой («зелёной») экономике

В 1966 году американский экономист Коннет Боулдинг опубликовал статью «Экономика будущего космического корабля Земля» (Boulding, 1997). В общем виде ключевая идея автора сводится к следующему. Рост населения Земли, истощение природных ресурсов и ассимиляционного потенциала планеты обусловили исчерпание возможностей «открытой экономики», основанной на условно неограниченных ресурсах и неограниченном потенциале планеты перерабатывать отходы цивилизации. Подобную экономику учёный назвал «ковбойской» по ассоциации с бескрайними равнинами и беззаботным, потребительским образом жизни.

Экологические условия вынуждают переходить к новым принципам «замкнутой экономики» (её автор называет «экономикой космонавтов»). В ней, как и в космическом корабле, все источники ресурсов и все резервуары для отходов ограничены как с точки зрения притока, так и оттока. В силу этого человеку предстоит формировать свою деятельность на основе циклических систем воспроизводства необходимых средств жизнеобеспечения.

Основной оценкой успеха такой экономики будут не количественные показатели производства и потребления продукции, или, иначе говоря, не объёмы вещественно-энергетических потоков, переводимых из ресурсов в отходы (как это происходит сейчас). Они характеризуют лишь пропускную способность производственных мощностей. Ведущим станет иной показатель – качество и сложность всеобщего капитала (*total capital stock*), включая физическое и мыслительное состояние человека (*the state of the human bodies and minds*) (рис. 1.1).

Четверть века спустя в 1992 г. в Рио-де-Жанейро на конференции ООН по окружающей среде и развитию (КОСР-92) была принята концепция сестейного развития, в которой фактически были отражены идеи К. Боулдинга о его рециркуляционной «экономике космонавтов».

Согласно определению, которое было принято в 1992 году на Конференции ООН по окружающей среде и развитию (КОСР-92), *устойчивое развитие* – это такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности (Программа, 1993).

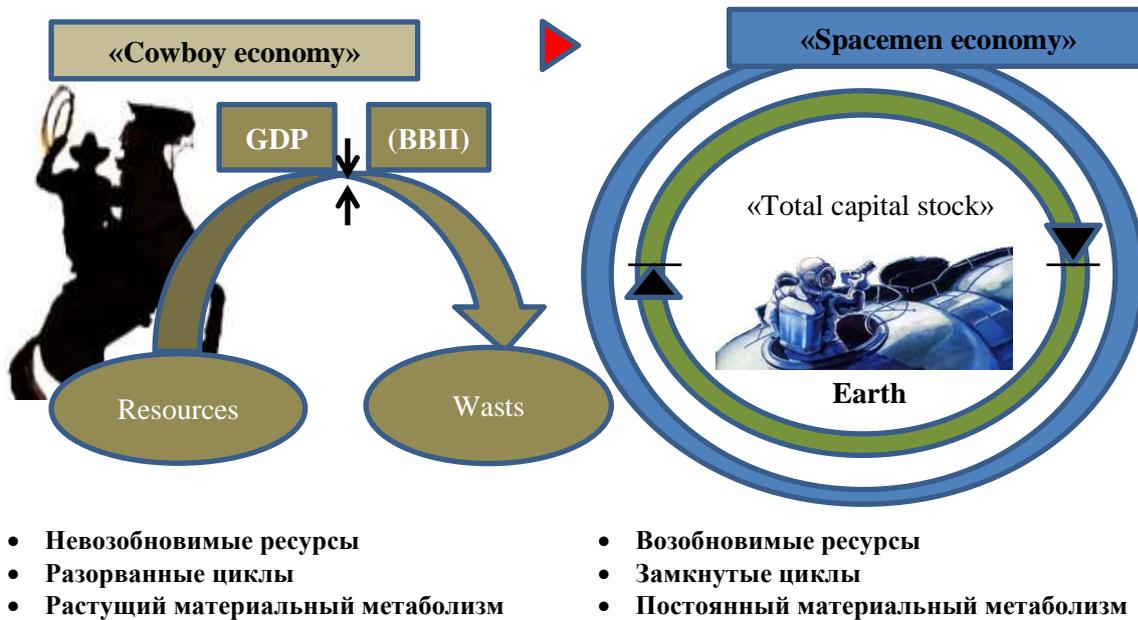


Рис. 1.1. От «ковбойской экономики» к «экономике космонавтов»

Историческая справка

- Впервые понятие «экоразвитие» было сформулировано Морисом Стронгом – Генеральным секретарем Первой Всемирной конференции по окружающей среде в Стокгольме в 1972 году. Под **экоразвитием** понималось экологически ориентированное социально-экономическое развитие, при котором рост благосостояния людей не сопровождается ухудшением среды обитания и деградацией природных систем.
- В 1983 г. по инициативе генерального секретаря ООН была создана Международная комиссия по окружающей среде и развитию (МКОСР). Ее возглавила премьер-министр Норвегии Г.Х. Брундтланд.
- В 1987 г. был опубликован отчет МКОСР под названием «Наше общее будущее» (русский перевод 1989 г.). Этот документ резко обострил вопрос о необходимости поиска модели цивилизации.
- Комиссия заявила, что экономика должна удовлетворять нужды людей, но ее рост должен вписываться в пределы экологических возможностей планеты. Прозвучал призыв к «новой эре экономического развития, безопасного для окружающей среды».
- Со времени опубликования и одобрения Генеральной Ассамблеей ООН доклада комиссии Брундтланд в международный обиход вошло понятие *sustainable development*, обычно переводимое на русский язык как «устойчивое развитие» и близкое к понятию «экоразвитие». Под ним понимают такую модель социально-экономического развития, при которой достигается удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения людей без того, чтобы будущие поколения были лишены такой возможности из-за истощения природных ресурсов и деградации окружающей среды. Именно это понятие стало основой определения, представленного на Рио-конференции.
- В 2002 году в Йоханнесбурге прошел второй всемирный саммит по вопросам устойчивого развития. На

саммите были подведены некоторые итоги пути, который человечество прошло за десять лет со времени первого саммита. На конференции была предпринята попытка трансформировать теоретические цели сестейнового развития в конкретные практические задачи по решению конкретных экономических, социальных и экологических проблем (Рио-де-Жанейро, 2002).

- В 2012 году в Рио-де-Жанейро состоялся третий Всемирный саммит по вопросам сестейнового развития (СР). На саммите «Рио +20» уделялось внимание практическому решению проблем СР, в частности, широко обсуждались перспективы формирования «зелёной» экономики, в рамках которой бы достигались цели СР (Рио +20, 2012; Конференции).

- В 2015 г. в Нью-Йорке главы 193 стран приняли новый документ «Цели сестейнового развития» (Sustainable Development Goals), известный ещё под названием «Глобальных целей». В документе сформулированы 17 важнейших стратегических целей сестейнового развития на период до 2030 г.: 1) ликвидация нищеты; 2) ликвидация голода; 3) хорошее здоровье и благополучие; 4) качественное образование; 5) гендерное равенство; 6) чистая вода и санитария; 7) недорогостоящая и чистая энергия; 8) обеспечение сестейнового экономического роста и достойной работы; 9) создание жизнеобеспечивающей инфраструктуры; 10) снижение неравенства в странах; 11) создание сестейновых поселений; 12) обеспечение моделей сестейнового потребления и производства; 13) предпринятие мер по изменению климата; 14) сохранение морских экосистем; 15) обеспечение сохранности экосистем суши; 16) обеспечение мира, правосудия и эффективных общественных институтов; 17) усиление партнерства в интересах сестейнового развития. Указанные цели призваны заменить ранее существовавшие «Цели устойчивого развития тысячелетия» (Millennian Development Goals) (Wold, 2015).

- В 2015 г. в Париже состоялся Саммит по климату. Его участники (представители 196 стран) утвердили новое рамочное соглашение ООН, определяющее нормы выбросов парниковых газов после 2020 года и меры по предотвращению изменения климата. На саммите была согласована базовая цель – не допустить глобального увеличения температуры больше, чем на 2°C (2015 United, 2016).

1.2 Природоресурсные факторы формирования сестейновой экономики

О том, насколько объективный характер носит обеспокоенность мировой общественности проблемами глобального экологического кризиса и изменений климата, можно привести многочисленные примеры. Мы проиллюстрируем это на примере индикатора «экологического следа» (footprint) и показателями экологических порогов (по Н. Ф. Реймерсу).

Показатель «экологического следа» характеризует размер усреднённой площади нашей планеты (в глобальных гектарах) в расчете на одного жителя (или производство единицы продукции) для обеспечения необходимыми природными ресурсами и утилизации (поглощения, захоронения, очистки) образующихся отходов. По данным доклада некоммерческой организации Global Footprint Network и Всемирного фонда дикой природы (WWF) за 2014 год, уже на протяжении последних 40 лет потребление человечеством природных ресурсов превосходит способности Земли к их воспроизводству. По оценкам указанных организаций, для воспроизводства всех ресурсов, потребляемых человеком, ежегодно требуется почти пол-

торы планеты Земля. Если быть точным, сегодня среднее значение «экологического следа» в расчёте на одного жителя планеты приближается к 2,6 глобальным гектарам при ёмкости биопотенциала планеты в 1,7 га на одного жителя (Global, 2016). Это значит, что превышение допустимого предела нагрузки на экосистемы планеты составляет более 50%. При такой гипертрофированной нагрузке экосистемы не только начинают хуже выполнять свои функции по воспроизводству природных ресурсов и очистке загрязнений, но и сами по себе начинают разрушаться под воздействием экодеструктивного пресса, что, в свою очередь ведёт к дальнейшему замедлению их функциональной деятельности.

В своё время советским учёным Н. Ф. Реймерсом были сформулированы экологические пороги нагрузки на природные системы (рис. 1.2).

По мнению Н. Ф. Реймерса, экологическая нагрузка на биосферу планеты ещё в конце 1980-х приближалась к опасным порогам саморазрушения энергетической системы планеты (порог выхода из стационарного состояния – 0,1–1,5% от нормы; порог деградации (деструкции) – десятки доли и проценты от нормы). С тех пор положение ещё больше усугубилось.

Сестейновость (*sustainability*) – это упорядочение (*rearrangement*) технических, научных, экологических, экономических и социальных ресурсов таким образом, что результирующая система способна поддерживаться в состоянии равновесия во времени и пространстве (Хенс и др., 2007).

Концепция сестейнового развития фактически предполагает поддержание равновесного состояния, сложившегося системного целого (человек – природа – общество).

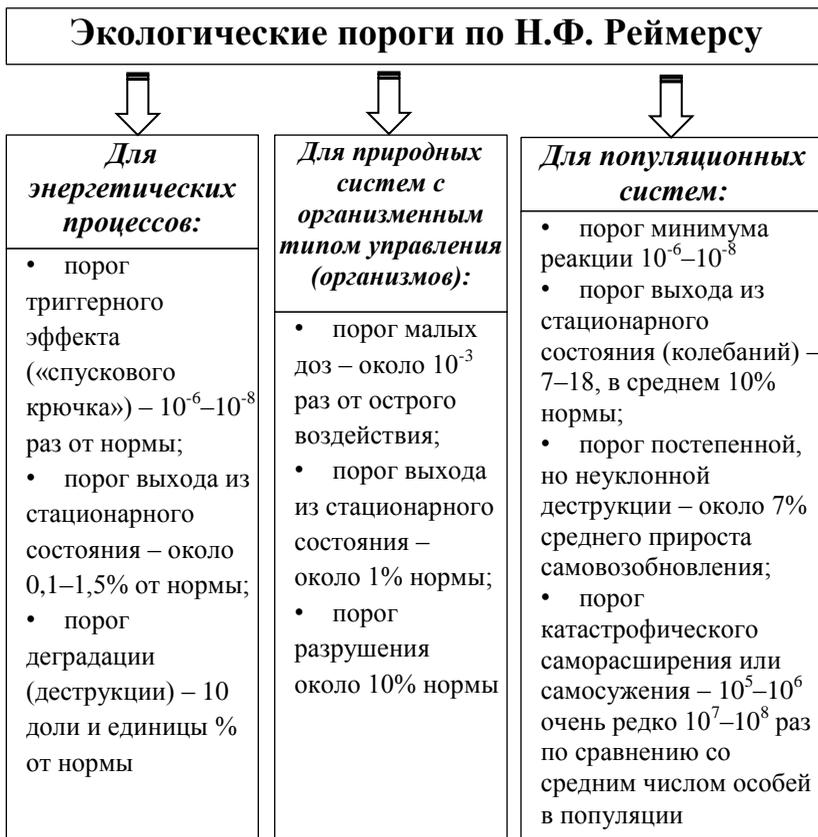


Рис. 1.2. Экологические пороги по Н. Ф. Реймерсу (Реймерс, 1990)

Эта задача чрезвычайной сложности. Ведь речь идёт о балансировании уровней гомеостазов (то есть относительно узких интервалов изменения параметров) трёх ключевых взаимосвязанных систем:

- *организма человека* (фактически – миллиардов людей, живущих на Земле);
- *биосферы* (фактически – триллионов особей, составляющих экосистемы планеты);
- *экономики* (фактически – сотен миллионов экономических субъектов, обеспечивающих функционирование экономических систем мира).

Задача эта бесконечно сложна ещё и в силу динамизма рассматриваемой системной триады. Любое её состояние должно воспроизводиться заново ежемоментно в каждой точке пространства.

Чтобы упомянутое триединое системное целое: «человек (в смысле человеческая популяция) – биосфера – экономика» сохраняло свою устойчивость, необходимо поддержание (точнее, *самоподдержание*) *устойчивости* каждой из упомянутых систем. Биологическая природа человека в значительной степени ограничивает условия среды, в которых он может физически существовать, поддерживая уровень своего гомеостаза. Любое отклонение в ту или иную сторону температуры, давления, солнечной радиации и сотен других параметров среды, от которых зависят условия жизни и деятельности человека, будет для него фатальным. Чтобы поддерживать существующие на Земле природные условия, биосфера, в свою очередь, должна сохранять (самоподдерживать) параметры своего гомеостаза, а, следовательно, количественный состав своих экосистем и качественные характеристики протекающих в них процессов (рис. 1.3)

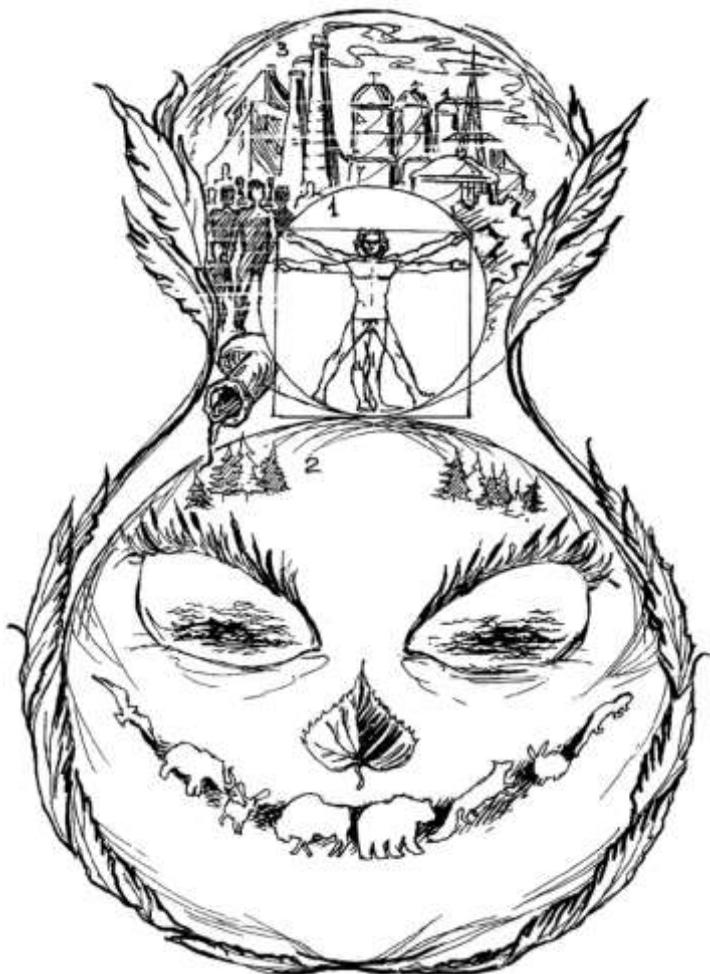


Рис. 1.3. Условная схема взаимосвязей между поддержанием трех ключевых систем:

- 1 – биологической природы человека; 2 – биосферы;
- 3 – социально-экономической системы

Биосфера обеспечивает условия существования биологической природы человека и развития его личностной (социальной) сущности. Она также служит средой для функционирования социально-экономической системы (источник ресурсов и среда утилизации отходов). Именно в индустриализированном социальном мире существует современный человек. Несущая способность биосферы и ее составных экосистем может без ущерба для себя «выдерживать» ограниченное количество населения планеты, точнее – той экологической нагрузки, которую оказывает производственная система, работающая, чтобы прокормить и создать условия жизни для данного количества людей, живущих на планете. Если не изменяется технологический уровень производства и удельная экологическая нагрузка от обслуживания одного жителя планеты (она изменяется, в частности, показателями природоемкости, материалоемкости, энергоемкости, «экологического следа» и др.) остается прежней, то любое увеличение населения автоматически усиливает нагрузку на природные системы Земли. После того как антропогенная нагрузка переходит определенную критическую границу, экосистемы, не выдерживая такого воздействия и не успевая самовоспроизводиться, начинают разрушаться (как это схематически показано на рис. 1.4). Это, кстати, мы и наблюдаем сейчас – как на локальном, так и на глобальном уровнях.

Таким образом, если мы стремимся сохранить несущую способность биосферы и хотим, чтобы ее экосистемы не утрачивали основы своих самовоспроизводственных потенциалов, нужно добиваться одного из двух:



Рис. 1.4. Условная иллюстрация изменения взаимосвязей между поддержанием трех ключевых систем планеты при превышении критического уровня экологической нагрузки, которая обусловлена ростом количества населения и несовершенным экологическим уровнем технологии

1) либо остановить рост населения планеты, стабилизировав его в пределах, которые способна обеспечить жизненными ресурсами биосфера планеты;

2) либо научиться так качественно трансформировать производственный комплекс (а заодно, и потребности населения), чтобы удельная экологическая нагрузка (в расчете на одного жителя), оказываемая на природу планеты, снижалась хотя бы с такой же скоростью (лучше – быстрее), с какой растет население Земли.

Однако физическая *устойчивость* указанной системы (человек – биосфера – экономика) – лишь предпосылка того, что на Саммите в Рио в 1992 году названо *стейновым развитием*. Ведь такое развитие предполагает не только физическое выживание человеческой цивилизации, но и её неуклонный *социальный прогресс*. Без него цивилизация может превратиться в некое подобие муравейника (по меткому выражению А. Зиновьева, в *человек-ник*), обитатели которого выживут, законсервировав уровень своего развития.

Рост населения происходит в том числе благодаря усиливающемуся кооперативному воздействию, возникающего в динамической системе. Согласно ряда прогнозов (Капица, 2010), стабилизация населения (*демографический переход*) Земли может наступить в пределах 2050 года.

Парадоксом является то, что Человек сам же разрушает существующий гомеостаз биосферы. Происходит это по двум причинам: во-первых, *из-за роста населения планеты* (новым жителям нужны новые природные блага, которых на Земле остаётся не задействованными всё меньше), а во-вторых, в силу *качественного изменения*

потребностей людей. Перестраивая свою жизнь, человек изменяет и природу.

В условиях, когда процессы воздействия человека на природу достигли глобальных масштабов, в его арсенале осталось только два возможных пути сохранить устойчивость природных условий на планете (а значит, и самого себя). Первый – ограничить рост населения Земли. Второй – научиться изменять процессы общественного производства и потребления продукции, уменьшив их негативное воздействие на природу. Это можно сделать, лишь резко снизив природоёмкость (материалоёмкость, энергоёмкость) систем жизнеобеспечения человека; причём скорость этого снижения должна обгонять темпы роста населения или хотя бы им соответствовать (Вайцеккер и др., 2013; Сотник, 2012).

С учётом причинно-следственных связей можно выделить три уровня целей: *генеральная цель* – сохранение человека как биологического вида и прогрессивное личностное развитие человечества; *обеспечивающие цели* – сохранение условий, в которых может существовать и развиваться человечество; *поддерживающие цели* – сохранение биосферы и локальных экосистем, которые поддерживают условия существования человечества (рис. 1.5).

Ещё раз подчеркнём, что *генеральная цель* имеет два уровня измерения, или распадается на два уровня подцелей: 1) *необходимый* – физическое выживание человека биологического; 2) *достаточный* – личностное развитие человека социального. Оба уровня чрезвычайно важны, хотя это не всегда сразу можно осознать.

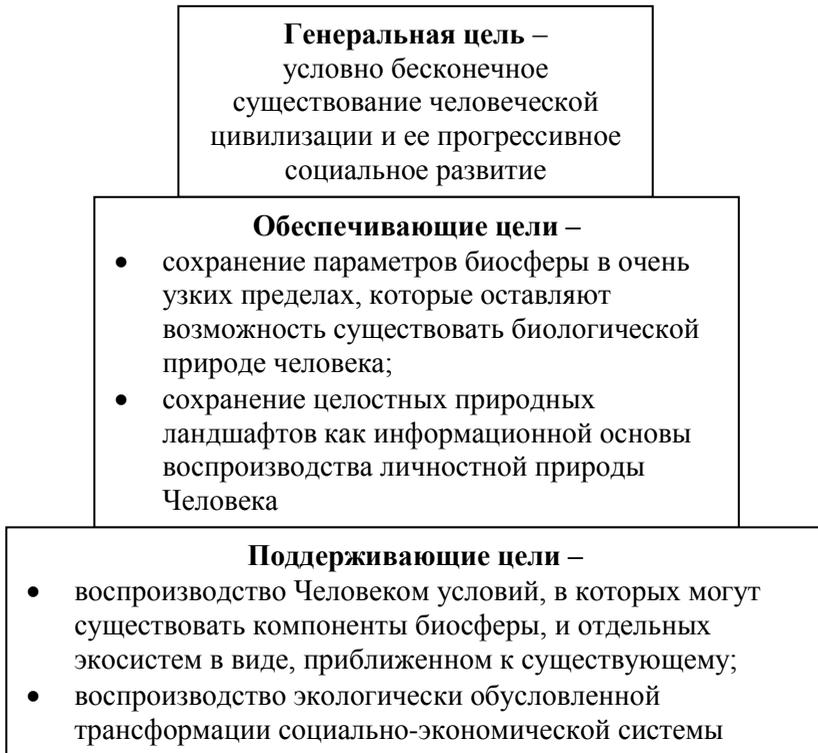


Рис. 1.5. Взаимосвязь целей сестейнового развития

Обеспечивающие цели, исходя из вышесказанного, имеют два уровня ориентиров:

1) сохранение в достаточно узких границах параметров биосферы, в которых способна существовать биологическая природа Человека (т.е. в которых человеческий организм может поддерживать уровень своего гомеостаза);

среди этих параметров следует выделить ключевые характеристики климата, физические параметры (температура, электромагнитные факторы, космические излучения, пр.), состав атмосферы и воды, состав почв для производства продукции сельского хозяйства;

2) сохранение целостных естественных ландшафтов, информационный контакт с которыми жизненно необходим для воспроизводства личностных свойств социального Человека.

Поддерживающие цели предусматривают создание (поддержание) условий, в которых могут существовать биосфера и ее составные экосистемы. Именно они и поддерживают (воспроизводят) жизненно важные параметры существования Человека как биологического существа и личности.

Достижение этой цели – важная задача, которую должен взять на себя человек. Она решается посредством *консервирования* (сохранения в неизменном виде) отдельных ландшафтов дикой природы (создание заповедников) либо минимизации антропогенного воздействия на экосистемы (создание заказников и природных парков), а также ограничения пределов вмешательства человека в природу (разработка и соблюдение экологических стандартов, нормирование условий жизни и деятельности, пр.).

Но это только часть проблемы. Другая часть связана с перестройкой человеком своей технологической основы. Дело в том, что, если численность населения Земли будет продолжать расти и дальше (как это, в частности,

происходит сейчас), никакие экологические стандарты и ограничения не спасут экосистемы от губительного для них техногенного воздействия. Технологические системы должны совершенствоваться так, чтобы их относительная *экодеструктивность* снижалась по мере роста населения (по величине экологических последствий в расчёте на одного жителя планеты). Причём эта экологически обусловленная трансформация производства должна воспроизводиться постоянно. Иными словами, должно постоянно воспроизводиться повышение эффективности (в том числе, *экоэффективности*) функционирования социально-экономической системы.

К сказанному следует добавить, что постановка задачи, в рамках которой реализация целей сестейнового развития достигалась бы одновременно с устойчивостью как социально-экономической системы, так и биосферы, среди специалистов получила название *сильной устойчивости*.

В том случае, если предполагается достижение относительной устойчивости лишь социально-экономической системы, говорят о *слабой устойчивости*. Видимо, такой выбор терминологии является не случайным, ибо без обеспечения устойчивости природной среды не может быть надолго достигнута и устойчивость социально-экономической системы.

Названные проблемы и призвана решить формирующаяся в ходе Третьей промышленной революции сестейновая («зелёная») экономика.

1.3 Содержание сестейновой («зелёной») экономики

На состоявшихся международных форумах (где, условно ведущее место занимают Всемирные саммиты в Рио де Жанейро 1992 и 2012 годов) были сформулированы идеи *сестейнового развития*, при котором будет достигаться устойчивое состояние природной среды и прогрессивное социальное развитие человечества. Хозяйственная система, призванная обеспечить это, может быть названа *сестейновой*, или «зелёной», экономикой.

Сестейновая («зелёная») экономика – это хозяйственная система, обеспечивающая достижение целей сестейнового развития.

Теория «зелёной» экономики базируется на 3 аксиомах:

- невозможно бесконечно расширять сферу влияния в ограниченном пространстве;
- невозможно требовать удовлетворения бесконечно растущих потребностей в условиях ограниченности ресурсов;
- всё на поверхности Земли является взаимосвязанным.

Исходя из существующих природно-экологических реалий, накладывающих, в конечном счёте, ограничения на развитие производительных сил и соответствующие параметры вещественно-энергетического метаболизма человеческой цивилизации в условиях Земли (Global, 2016), формируются основные контуры экономики, которую призвана реализовать Т.п.р. (условно «сестейновая», или «зелёная» экономика), что показано на рис. 1.6.

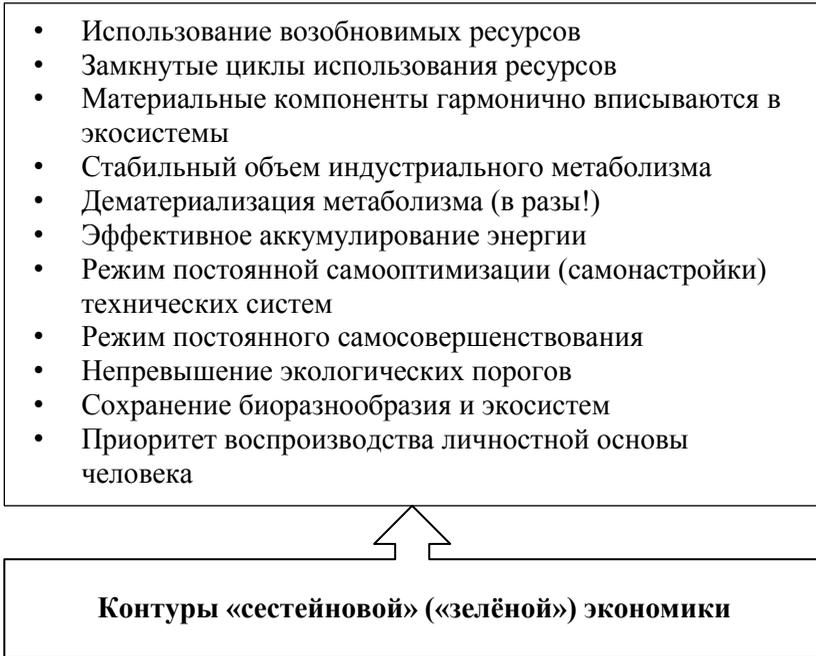


Рис. 1.6. Основные характеристики «сестейновой» («зеленой») экономики

Характеристики «зелёной» экономики во многом воспроизводят контурсы «экономики космонавтов», о которой мы упоминали в начале главы. В этом не трудно убедиться, сопоставив данные рисунков 1.6 и 1.7.

Начавшаяся со середины первого десятилетия XXI века Третья промышленная революция создаёт предпосылки для решения перечисленных задач.

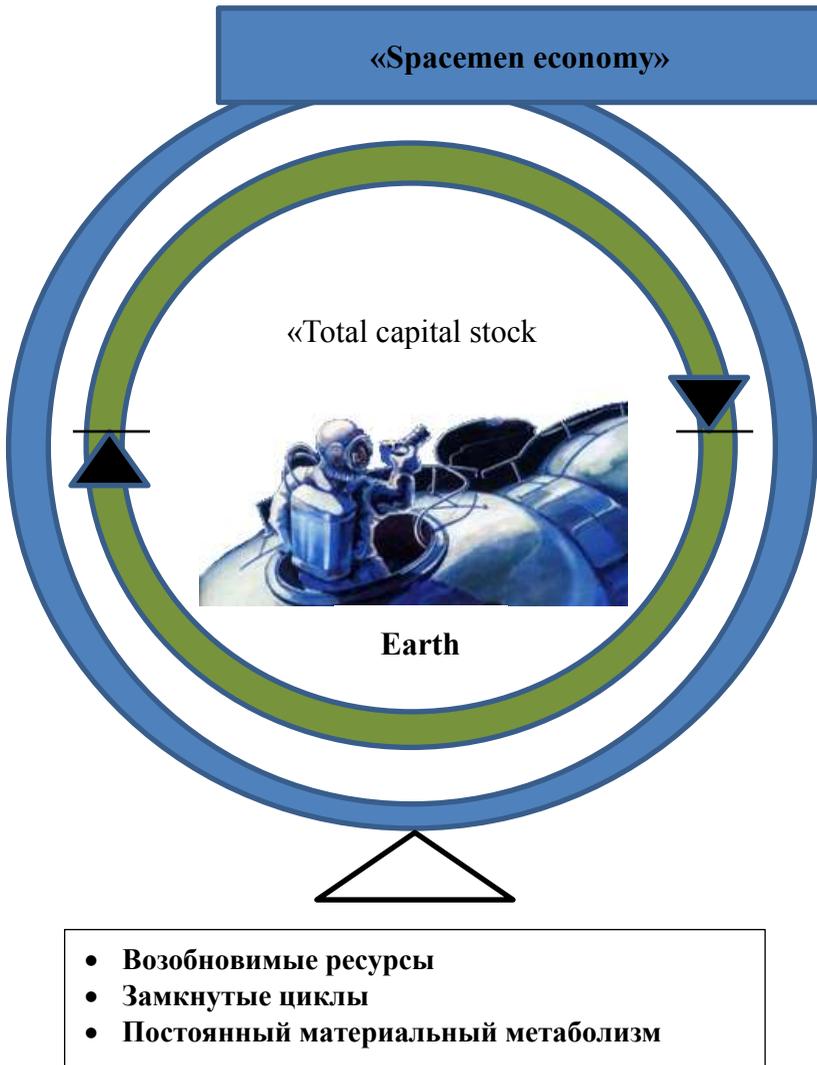


Рис. 1.7. «Экономика космонавтов»

Уместно привести сформулированные Г. Дейли принципы обеспечения базовых начал сестейновой экономики (Дейли, 2002).

- пределы использования **невозобновимых** природных ресурсов не должны превышать **темпы замещения** невозобновимых ресурсов возобновимыми;
- пределы использования **возобновимых** природных ресурсов не должны превышать **темпы их воспроизводства** природными системами;
- пределы **нарушения/загрязнения** природных систем не должны превышать **емкости ассимиляционного/восстановительного потенциала** (несущей способности).

1.4 Функции сестейновой экономики

Современный человек не способен уже существовать в первичной (дикой) природе. Экономика взяла на себя функции формирования некой промежуточной среды в которой существует человек. По отношению к трем системным началам человека (био-трудо-социо) функции экономики любого типа можно объединить в три группы:

- *обеспечение существования биологической природы человека* (продукты питания, чистая вода и воздух, комфортные условия жизнедеятельности, условия двигательной активности, пр.);
- *создание среды (прежде всего информационной) для формирования личностного начала человека* (парки,

сады, спортзалы, театры, средства доставки к первичным природным ландшафтам);

- *повышение уровня благосостояния людей и обслуживание потребностей самой экономики* (сферы производства и потребления, транспорт, воспроизводство физических сил и интеллектуальных способностей человека как производственного фактора).

В современных условиях экономика вынуждена выполнять еще одну функцию по *поддержанию метаболизма в природной среде* (биосфере) и её отдельным экосистемам, измененных технократической деятельностью человека.

Безусловно, это очень условная классификация функций. На практике любые результаты действия экономики носят всегда многофункциональный характер. Например, повышение уровня экономического благосостояния создает предпосылки для социального развития людей и улучшения их здоровья. А мероприятие, направленное для развития личностного начала человека (например, закладка парка или разбивка сквера) обеспечивает дополнительный заработок персоналу строительных предприятий.

В Стокгольмской декларации 1972 г. говорится: «Человек одновременно является продуктом и творцом своей среды, которая дает ему физическую основу для жизни и обеспечивает интеллектуальное, моральное, общественное и духовное развитие, поэтому для человеческого благосостояния и осуществления основных прав людей, включая и право на жизнь, важное значение имеют два аспекта — природная среда и та, которую создал человек» (United, 1972).

Таблица 1.1. – Сравнительная характеристика традиционной и сестейновой экономик

Характеристика	Вид экономики		Пример
	Традиционная	Сестейновая	
1	2	3	4
Основной вид ресурсов и источников энергии	Невозобновимый	Возобновимый	В Украине значительные возможности энергетики связаны с развитием биогазовой энергетики, производством биоэтанола, биодизеля, солнечной и ветровой энергетики. В ЕС планируется к 2020 г. довести долю возобновимых источников энергии (солнечные, ветровые, биогазовые источники) – до 40%
Основная база развития	Усиление материально-энергетических факторов	Совершенствование информационных и синергетических (коммуникационных) факторов	В ЕС развивается проект формирования ЭнергоНега – общеевропейской информационно-энергетической сети
Основная задача производства	Тиражирование изделий и услуг	Генерирование конструкторских и технологических идей	С появлением 3D принтеров задача материального производства отходит на второй план

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4
Целевая эколого-экономическая политика	Экономические цели с экологическими ограничениями	Экологические цели с экономическими ограничениями	В национальных и местных планах развития стран на ведущие позиции выходят не производство материальных благ, а формирование здоровой среды обитания
Тип природопользования	Потребление компонентов природной среды	Использование функций интегрального природно-ресурсного потенциала	Из 50 функций леса, единственная функция – производство древесины – при полной вырубке леса делает невозможной использование остальных 49 функций. Актуальным является переход на выборочную вырубку
Тип природопреобразования	Трансформация природных субстанций; использование техногенных процессов	Использование естественных субстанций, процессов и воспроизводственных циклов	Замена полеводства органическим земледелием, использование строительных блоков из соломы; биогазовая энергетика
Тип формирования селитебной территории	Индустриально-центричный: в центре – промышленный объект, жилая среда – на периферии	Природоцентричный: в центре – природный объект (лес, озеро, парк), промышленная среда – на периферии	Проекты развития производств программного продукта по принципу: жить на природе – работать в городе

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4
Приоритетный тип потребления	Материальные блага для обеспечения биологической природы человека	Информационные блага для развития личностного начала человека	Увеличение доли информационных благ в семейных бюджетах в странах ЕС
Степень унификации потребностей	Конвергенция (унификация) потребностей	Дивергенция (увеличение степени многообразия) потребностей	Многообразие потребностей способствует сохранению культурного многообразия и многообразия экосистем
Приоритетный тип транспортирования	Транспортирование материальных масс и энергии	Передача информации	Уже сегодня в полиграфии на большие расстояния передаются не материальные продукты, а информация с последующим тиражированием на местах. С развитием принтеров 3D такой же принцип будет использоваться в материальном производстве

Основное содержание определенного типа экономики проявляется не в самих перечисленных группах факторов (их в той или иной степени должен выполнять любой тип экономики), а в том, как, посредством какого инструментария эти функции выполняются. В таблице 1.1 представлен сравнительный анализ экономики традиционной (присущей доминирующему в настоящее время индустриальному способу производства) и *сестейновой*. Он позволяет в значительной степени сформировать представление об основных характерных особенностях сестейновой экономики.

Если в рамках традиционной (для индустриальной формации) экономики характерным является гипертрофирование *техносферы* при формировании окружающей человека среды, то основной тенденцией развития сестейновой экономики является наоборот замещение значительной части техносферы компонентами природной и социальной сред в пределах осваиваемых территорий.

1.5 Цивилизационное значение сестейновой экономики

Фактически при формировании сестейновой экономики речь идёт не об очередных модернизационных изменениях, а о фазовом цивилизационном переходе человечества к новой социально-экономической формации, соизмеримом по трансформационным масштабам с неолитической и Великой (Первой) промышленной революциях. Эти трансформации затрагивают все сферы жизни общества,

знаменуя собой переходы к новым компонентам социально-экономической системы:

- новой энергетике;
- новым коммуникациям;
- новым поселениям;
- новым экономическим отношениям;
- новому стилю жизни;
- новым потребностям;
- новому человеку.

Все эти переходы и призвана обеспечить Третья промышленная революция.

Вопросы для самоподготовки

1. В чём суть «экономики космонавтов»? Назовите основные отличия «ковбойской экономики» от «экономики космонавтов».
2. Какое развитие называется устойчивым? Что вы знаете о хронологии формирования направления «сестейновое развитие»?
3. В чём суть концепции сестейнового развития?
4. Что характеризует показатель экологического следа и какие пороговые антропогенные нагрузки на природные системы вы можете назвать?
5. Каким образом должны взаимодействовать для достижения сестейнового развития три системы: социальная, биологическая природа человека и биосфера?
6. Какие пути поддержки устойчивости системы «человек-биосфера-экономика» вы можете предложить в сложившихся условиях воздействия человека на природу?

1. ЗАКОНОМЕРНЫЙ ХАРАКТЕР ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТРЕТЬЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ
РЕВОЛЮЦИИ

7. Назовите цели сестейного развития и обоснуйте их иерархию и взаимосвязь.
8. Раскройте сущность понятий «сильной устойчивости» и «слабой устойчивости».
9. Как взаимосвязаны между собой «зеленая» экономика и Третья промышленная революция?
10. Перечислите основные характеристики (контуры) «сестейновой» («зеленой») экономики. Как они соотносятся с принципами «экономики космонавтов»?
11. Какие функции выполняет сестейновая экономика в современных условиях?
12. В чем заключаются отличия характеристик сестейновой и традиционной экономик?

2. ХАРАКТЕРИСТИКА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕВОЛЮЦИЙ В ИСТОРИИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

- Базовые компоненты функционирования социально-экономических систем
- Роль системоформирующих факторов в реализации социально-экономических революций
- Первая промышленная революция и зарождение индустриальной формации
- Вторая промышленная революция и развитие индустриального общества

2.1. Базовые компоненты функционирования социально-экономических систем

Начало нынешнего тысячелетия человечество встречает целым спектром кризисов: ресурсных, экономических, финансовых, социальных, экологических. При кажущейся их автономности и несвязанности, все они – следствия одного и того же явления, название которому «исчерпание социально-экономических форм развития общества в рамках существующих природно-ресурсных и экологических условий».

Это не первый и, видимо, не последний подобный кризис в истории человечества. В прежние эпохи выход из экологических тупиков человечество находило в технологических и социально-экономических революциях. Найдет ли сейчас? Если да, то на пороге какой революции челове-

чество находится сегодня? Ответ на этот вопрос можно дать, только внимательно проанализировав все предшествующие этапы развития человечества и логику разрешения противоречий между обществом и природой.

Исследования показывают, что именно природно-ресурсные кризисы являлись основными виновниками и первопричинами любых малых и больших социально-экономических революций, происходящих в различных уголках земного шара. По словам Н. Реймерса, *«всегда наблюдалось соответствие между развитием производительных сил и природно-ресурсным потенциалом общественного прогресса»* (Реймерс, 1994). Кризисные ситуации, считал ученый, возникают при дисбалансе динамической системы (рис. 2.1):



Рис. 2.1. Взаимодействие факторов динамической системы «природа – общество»

«Эта динамика, в конечном счете, служит внешней причиной общественного развития, подвергавшегося неоднократным испытаниям экологическими кризисами» (Реймерс, 1994).

Исходя из этого, можно сделать вывод: экологические кризисы были первоисточниками любых социально-экономических революций.

В рамках ретроспективы исторического развития человечества ученый выделял пять экологических кризисов и соответствующих им технических революций:

1. Кризис обеднения ресурсов промысла и собирательства – *биотехническая революция* (начало использования орудий труда).

2. Первый антропогенный экологический кризис (кризис перепромысла консументов) – *сельскохозяйственная революция*, переход к производящему хозяйству.

3. Кризис примитивного поливного земледелия – *вторая сельскохозяйственная революция* широкого освоения неполивных земель.

4. Второй антропогенный экологический кризис (продуцентов) – *промышленная революция*.

5. Современный глобальный экологический кризис редуцентов (т.е. воспроизводящей способности биосферы) и угрозы нехватки минеральных ресурсов – *научно-техническая революция*.

Чтобы эффективно управлять настоящим, нужно уметь правильно предвидеть будущее. В свою очередь, достоверность прогноза можно обеспечить только на основе глубокого ретроспективного анализа закономерностей течения процессов в прошлом. С точки зрения эколого-экономического анализа чрезвычайно важно проследить изменения ключевых параметров социально-экономической системы в рамках трех базовых общественных формаций: двух – в ретроспективе и одной – в перспективе (рис. 2.2):

- *постнеолитическая эпоха* (от зарождения, основанного на труде человека сельскохозяйственного производства – скотоводства и земледелия – до начала Промышленной революции);

2. ХАРАКТЕРИСТИКА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕВОЛЮЦИЙ В ИСТОРИИ
ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

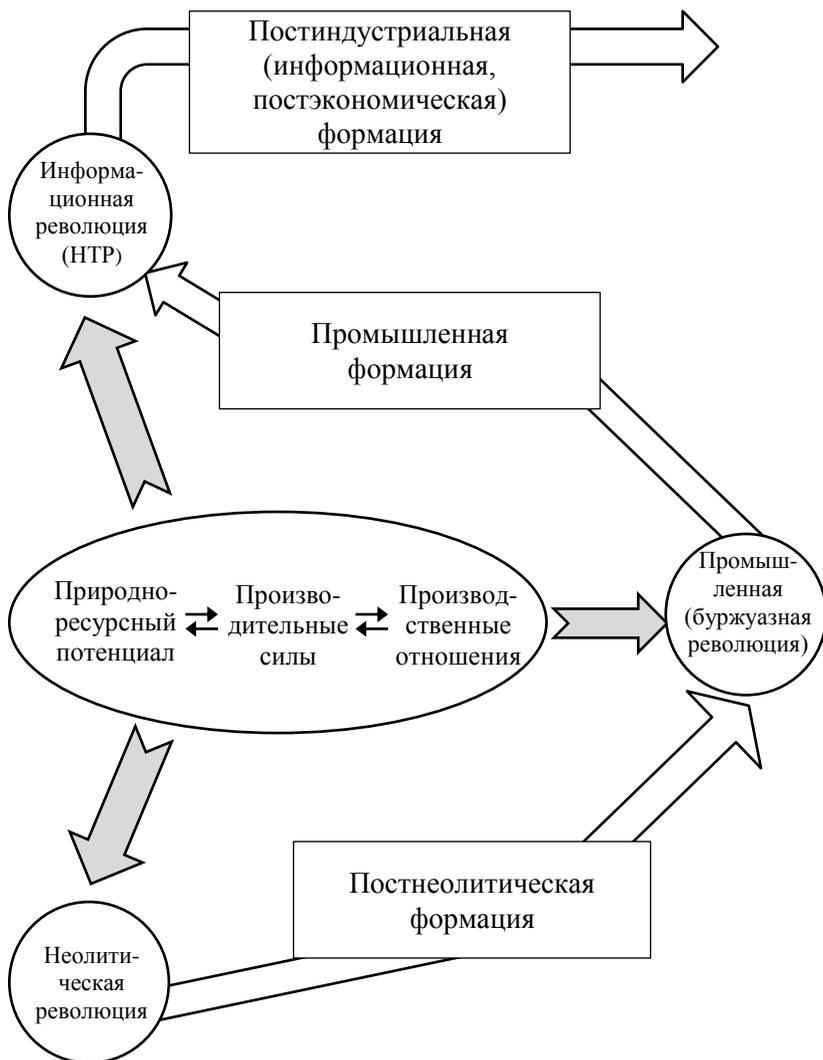


Рис. 2.2. Основные этапы в социально-экономическом развитии человека

- *индустриальная эпоха* (от начала промышленной революции до наших дней);
- *постиндустриальный период* (формируется в наши дни).

Аргументы ученого

«Вплоть до настоящего времени человечество пережило две огромные волны перемен, и каждая из них в основном уничтожала более ранние культуры или цивилизации и замещала их таким образом жизни, который был непостижим для людей, живших ранее. Первая волна перемен, вызванная 10 тысяч лет назад внедрением сельского хозяйства, потребовала тысячелетий, чтобы изжить саму себя. Вторая волна – рост промышленной цивилизации – заняла всего лишь 300 лет. Сегодня история обнаруживает еще большее ускорение, и вполне вероятно, что третья волна пронесется через историю и завершится в течение нескольких десятилетий» (Тоффлер, 1999) .

Проанализируем социальную, экономическую и экологическую логику происходящих процессов и попытаемся проанализировать будущую траекторию социально-экономического развития. При этом обратим внимание на происходящие изменения:

- во взаимоотношениях между человеком и природой;
- в самом человеке;
- в факторах производства;
- в производственных отношениях.

Указанный анализ можно выполнить, лишь исследовав природу трансформационных процессов, происходящих в содержании базовых факторов, формирующих контуры общественных формаций.

Базовая структура метаболизма. Существование на Земле человека и его производственная деятельность неразрывно связаны с использованием трех природных факторов, которые определяют все процессы, происходящие в природе. Это вещество, энергия, информация.

По всей вероятности, для обитателей дикой природы можно говорить о сбалансированном участии указанных факторов в поддержании жизни и обмене веществ. Для человека, перешедшего к производственной деятельности, свойственно вообще несбалансированное отношение к различным компонентам и свойствам природной среды – гипертрофия одних и недооценка других. Не является исключением и отношение человека к перечисленным природным субстанциям. Их роль в жизни и трудовой деятельности человека различна в различные общественные эпохи.

Базовые подсистемы системного целого «человек». Человек как система формируется триадой неразрывно связанных подсистем б и о – т р у д о – с о ц и о (см. подробней Бобровский, 1973; Мельник, 1988):

- человек как биологическое существо – часть естественной природы, физиологический организм;
- человек как компонента экономической системы – рабочая сила, трудовой ресурс;
- человек как общественное существо, личность – часть общества, часть социальной природы.

Хотя три человека (*био-, трудо-, социо-*) существуют в едином теле, они в значительной мере отличаются по своим жизненным потребностям, реализуемым функциями и мотивами жизнедеятельности.

Неизменность природы человека «био-» на протяжении современной истории развития человека у ученых почти не вызывает споров. Видимо, можно так же бесспорно утверждать, что соотношения различных трех подсистем в едином целом претерпевают глубокие изменения в ходе социально-экономического развития. Основной причиной является развитие «трудо-» и «социо-» в человеке.

Базовые функции природы по отношению к человеку. Природные факторы по отношению к человеку выполняют функции, которые условно могут быть объединены в четыре основные группы (рис. 2.3).

Физиологические функции поддерживают жизнь человека как биологического организма («биочеловека»).

Социальные функции обеспечивают формирование человека как личности («социочеловека»).

Экономические функции определяют деятельность экономической системы, включая воспроизводство человека как трудового ресурса («трудоchеловека»).

Экологические функции формируют, регулируют и поддерживают состояние экосистемы, в которой обитает человек.

Можно констатировать постоянную динамику функций природы, главным образом, за счет развития экономических и социальных функций.

Базовый фактор общественного производства. В качестве базового фактора общественного производства можно рассматривать ту производную или антропогенную сущность, которая играет ведущую роль в осуществлении производственных процессов. Видимо, можно выделить четыре главных фактора производства: природа – труд – машины – информация.

Последний фактор бурно ворвался в экономическую жизнь в 50-е годы XX столетия с развитием компьютерных технологий.

К концу века информационный фактор завоевал огромный плацдарм под названием «информационная экономика».

Базовый фактор формирования общественных формаций. Подобным фактором, по определению Джона Кеннета Гэлбрейта, является тот фактор производства, который наименее доступен и который труднее всего заменить (Galbraith, 1961). Именно такое соответствие можно увидеть в смене экономических формаций (в числителе представлен класс, которому принадлежит власть в обществе, а в знаменателе – основной фактор образования общественной формации):



Базовая форма производственных отношений. Под данной категорией подразумевается превалирующая форма мотивации людей к производственной деятельности. Выделяют три формы производственных отношений, присущих общественному этапу существования человека:

- силовое принуждение;
- экономическая мотивация;
- свободный труд.



Рис. 2.3. Функции природы по отношению к человеку

Базовая форма взаимоотношения человека с природой. Определяет характер оценки человеком своей подчиненности природе. Видимо, можно выделить три основные формы:

- полная зависимость от природы;
- попытка покорения природы;
- гармоничное существование человека в природе.

Отметим одну существенную деталь: в формировании и трансформации указанных выше факторов определяющую роль играла и продолжает играть информационная компонента.

Таблица 2.1. – Базовые экономические, социальные и экологические параметры трех социально-экономических формаций

Параметр	Формация		
	постнеолитическая	промышленная	информационная
1	2	3	4
Базовые природные субстанции	вещество	энергия	информация
Доминантная система в триаде человека	био-	трудо-	социо-
Превалирующие функции природы	физиологическая, экологическая	экономическая	социальная, экологическая
Превалирующий тип потребления	материалы	материально-энергетический	информационный

Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4
Базовые факторы производственной системы	труд / природа	машина	информация
Базовые факторы структуризации общества	труд / земля (природа)	капитал	информация
Координирующий класс (социальная группа) в обществе	рабовладельцы, феодалы	буржуазия	интеллектуальная элита
Базовая форма производственных отношений	силовое принуждение	экономическое соглашение	свободный труд
Доминантный тип отношений "человек – природа"	зависимость человека от природы	попытки покорения природы	гармоничное отношение
Основная причина экологического кризиса	истощение продуктивного потенциала природы	разрушение восстановительного потенциала, перепроизводство энергии	перепроизводство информации, информационное разрушение природы

Информация составляет глубинную суть всех предметов и явлений природы, с которыми приходится иметь дело человеку. *Информация* является основой конструирования человеком любых производственных систем и процессов. И уж тем более *информация* является «локомоти-

вом» любых трансформационных процессов в обществе. Даже появление первых примитивных орудий труда может без всякого преувеличения расцениваться как *информационная революция*, ознаменовавшая колоссальный интеллектуальный прорыв человека, необратимо видоизменившая сферу знаний человека, его образ жизни и информационную среду бытия.

В не меньшей мере (хотя и на ином уровне) информационными революциями могут считаться и другие знаковые вехи истории человечества: в частности, *неолитическая* и *индустриальная* революции. Они изменяли, прежде всего, *информационное содержание* всех базовых факторов, формирующих контуры производства и общественных отношений.

2.2. Роль системоформирующих факторов в реализации социально-экономических революций

Экономические структуры – это, прежде всего, системные сущности, отвечающие общим закономерностям формирования и развития открытых стационарных систем. Любая система формируется в процессе взаимодействия её ключевых системообразующих групп факторов: *материально-энергетических*, *информационных* и *синергетических* (коммуникационных). Материально-энергетические – движут, информационные – направляют; синергетические – объединяют (рис. 2.4) (подробнее – в Мельник, 2016).

Говоря это, следует помнить, что различать упомянутые группы факторов можно исключительно условно, ибо они (как и ипостаси Божественной Троицы) неотделимы друг от друга. Качественные преобразования экономических систем, называемые обычно революциями, могут происходить только в том случае, если для этого созреют предпосылки во всех трёх указанных группах факторов. Но и этого ещё недостаточно. Должен случиться информационный импульс (толчок) в форме *противоречия* между возможностями и потребностями функционирования системы, создающего ограничения для успешного развития экономики в рамках прежнего способа производства.



Рис. 2.4. Сущностные основы формирования систем

Для качественных преобразований экономической системы должно быть готово состояние компонентов триады системоформирующих групп факторов. Это значит, что каждая из названных групп (материально-энергетических, информационных и синергетических) должна соответствовать целям и задачам трансформационного скачка согласованно с двумя другими группами. И в новом состоянии все три группы факторов должны соответствовать друг другу. При этом на различных этапах социально-экономического развития ведущую роль, роль своеобразного «локомотива» преобразований обычно играет одна из трёх названных групп факторов.

Неолитическая революция. До неолитической революции доминирующие позиции человека в животном мире определялась тремя группами факторов: 1) его умением использовать *орудие охоты и труда*, роль которых с некоторых пор начинает играть огонь (материально-энергетические факторы); 2) относительно её развитым *мыслительным потенциалом*, что, в частности, сказывалось на способности использовать силы природы и умения формировать план действий, например, охоты (информационные факторы); 3) умением решать *коллективные задачи* в борьбе с конкурентами, на охоте или в труде (синергетические факторы).

В целом существование человека в эпоху до неолитической революции характеризовалось: преимущественным использованием *готовых средств* к существованию (собирательство и охота); относительной *свободой*, в т.ч., труда, творчества, перемещений; первобытным *познанием мира*.

С *неолитической революцией* сформировался трудовой образ жизни человека, что позволило в значительной степени решить проблему удовлетворения биологических потребностей человека (продукты питания, одежды, жилья).

Вместе с тем это заставило заплатить значительную цену, связанную с необходимостью воспроизводства на новой основе триады указанных групп факторов. А именно появились новые виды потребностей:

- монотонного тяжелого труда;
- воспроизводства средств производства;
- оседлости и строительство поселений;
- общественных коммуникаций и социальной дифференциации;
- производственно обусловленной потребности в исследовании природы.

Следует признать, что именно производственная деятельность, социальные коммуникации и необходимость решения интеллектуальных задач обусловили в конечном итоге предпосылки новой технологической революции.

2.3. Первая промышленная революция и зарождение индустриальной формации

В ходе Первой промышленной революции (называемой также Великой индустриальной), сроки которой обычно датируются ориентировочно 1770–1860 гг., лидирующая роль в трансформационных процессах принадлежала *материально-энергетической* группе факторов. Ос-

новным можно считать то, что было положено начало переходу от ручного труда к машинному.

В числе ключевых явлений Первой промышленной революции называются (Промышленная, 2016):

- внедрение *прядильных машин* Р. Аркрайта (1769), облегчивших ручной труд в процессах прядения нити из хлопка;
- использование *парового двигателя* Дж. Уатта (1775) в машинах для откачки воды в шахтах, а также на тех производствах (напр., мельницах), где недоступным было использование гидравлической энергии;
- внедрение в металлургии изобретённого Г. Кортон *процесса пудлингования* (1783-1784), который позволил заменить древесный уголь на каменноугольный кокс, использовавшийся в качестве энергоносителя в чёрной металлургии при производстве передельного и ковкого чугуна.

Как видим, ключевые «прорывы» Первой промышленной революции, прямо или косвенно были связаны с решением именно энергетических проблем. Один из них решал проблему дефицита рабочей силы (физического труда), возникшую вследствие депопуляции в Европе из-за нескольких волн эпидемий (Щедровицкий, 2014). Другой – напрямую был связан с необходимостью усиления мощности орудий труда, что достигалось через внедрение в производство изобретённой паровой машины и её «накачку» энергоносителями (древесиной, углём). Третий – решал проблему дефицита энергоносителей возникшую из-за вырубki лесов в Европе. Указанная промышленная революция решала и другие проблемы модернизации именно материальной основы. На

смену древесины в качестве основного строительного и конструкционного материала пришёл металл, дававший возможность резко повысить прочность производимых изделий, а стало быть и поднять пределы выдерживаемых ими силовых нагрузок. Благодаря этому, значительно расширились функциональные возможности промышленного производства, строительства, сферы потребления.

Существовала ещё одна причина, обусловившая возникновение достаточных предпосылок для начала промышленной революции. Ко второй половине XVIII века в Европе (прежде всего в Англии, благодаря потенциалу её колоний) произошло накопление критической массы капитала. Именно он сыграл роль квазиэнергетического ресурса, обеспечивающего происходящие технико-экономические трансформации необходимым финансовым «топливом».

Таким образом, можно констатировать, что и *предпосылки необходимости* (смены ресурсной парадигмы), вызванные дефицитом рабочей силы и энергоресурсов (древесины), и *предпосылки достаточности*, обусловленные формированием экономических возможностей, носили материально-энергетический характер. Именно материальные факторы формировали импульсы к трансформации (приведению в соответствие) двух других групп факторов – информационных и синергетических.

В частности, пришли в движение компоненты, формирующие содержание *информационных факторов*. Стали востребованы наука и технические изобретения отдельных умельцев, которые тормозились до того неподготовленностью общества.

Достаточно упомянуть, что историческому изобретению Джеймса Уатта предшествовали десятилетия труда и десятки аналогичных изобретений других умельцев (наиболее известны запатентованные двигатели Томаса Севери, 1698 и Томаса Ньюкомена, 1712), а кроме того эксперименты различных исследователей, изучавших связанные с этим термодинамические процессы (в частности, Дени Папена, начало 1700-х годов) (Промышленная, 2016).

Был дан толчок также развитию *синергетических факторов*. Возросший производственный потенциал фабрик требовал развития транспортных коммуникаций (железные дороги, каналы) – с одной стороны, для поставок исходных ресурсов, с другой – для торговли готовой продукцией. Это стимулировало также развитие более быстрых средств связи (в частности, телеграфа).

2.4. Вторая промышленная революция и развитие индустриального общества

«Раскочегаренный» паровой машиной экспресс Первой промышленной революции постепенно набирал обороты, «въезжая» в XIX век. И здесь выяснилось, что для его дальнейшего продвижения вперёд нужны не только достаточное количество энергоносителей, но и «топливо» иного рода. Увеличившийся в размерах, обретший энергетическую мощь, но неуклюжий в своей координации индустриально-фабричный монстр стал задыхаться без новых информационных идей. Они стали жизненно необходи-

мыми для совершенствования производственного оборудования, повышения точности его работы, улучшения качества выпускаемой продукции, соединения в единое системное целое расползающихся на большие расстояния производственных мощностей, источников сырья и потребительских сетей. Материально-энергетические факторы стали уступать пальму первенства *факторам информационной группы*.

Во Второй промышленной революции (старт которой был дан с 1860-х гг.) движущей силой трансформаций становится именно *информация*. Развитие экономики начинает базироваться преимущественно на научных достижениях, а не просто на удачных изобретениях. Совершенствуются процессы получения металлов и металлообработки, развивается машиностроение. Производственные процессы начинают формироваться на основе рукотворных химических и физических явлениях (синтез уже используемых в производстве и вновь создаваемых веществ, новые технологии производства изделий, новые принципы двигателей и видов транспорта, электрификация производственных процессов, пр.) (Вторая промышленная, 2016).

Безусловно, развитие информационной основы оказывало воздействие на материально-энергетическую и энергетическую группу факторов. Создавались новые способы получения и использования энергии, новые материалы, двигатели, транспортные средства. Совершенствовались коммуникации (создавались сети транспортных магистралей, линии связи, пр.).

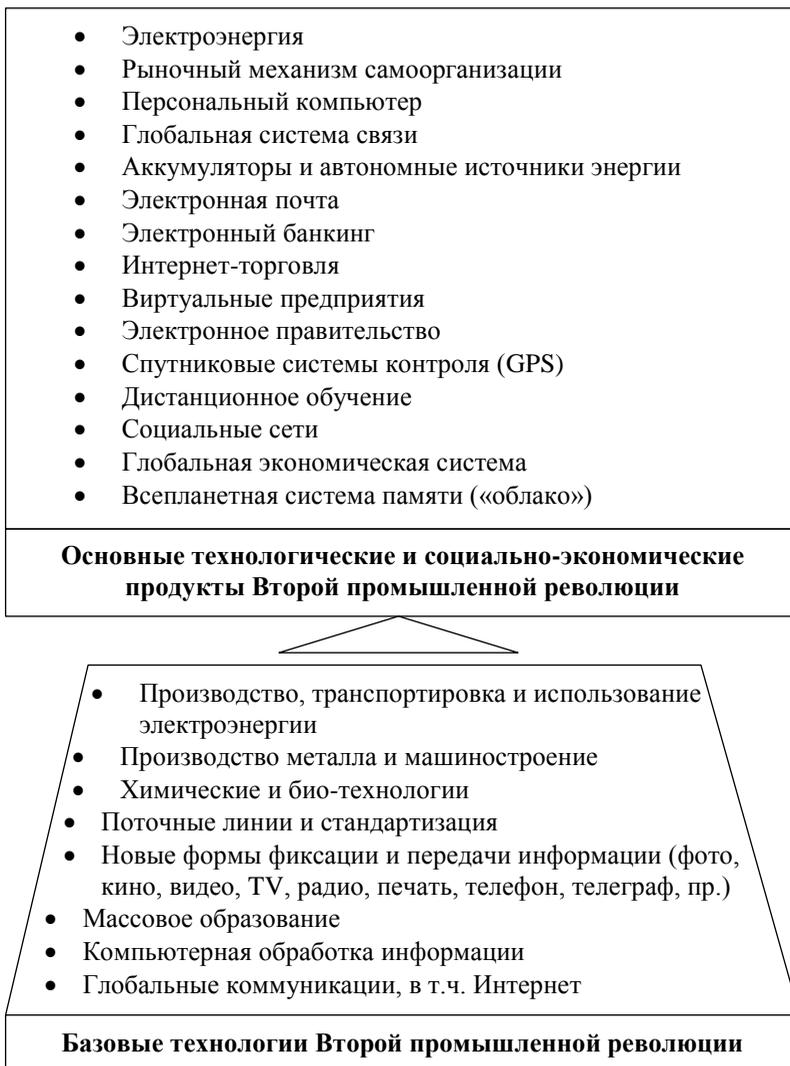


Рис. 2.5. Технологическое и социально-экономическое наследие Второй промышленной революции

Иницируя развитие двух других групп факторов (материальных и синергетических), мощный толчок получили и сами *информационные факторы*. Переживали подъем фундаментальная и прикладная науки. Государство и отдельные корпорации стали вкладывать в это значительные средства. Возникли новые средства фиксации, обработки, передачи и воспроизводства информации (полиграфия, телефон, радио-, фотография, кино, видео, телевидение, ЭВМ, факс, ксерокс, принтер).

Но самое главное – новые условия производства потребовали новых знаний, мировоззрения, интеллектуальных навыков работы, причём для большинства работающих исполнителей. Профессия под условным названием «белый воротничок» (а это – инженерно-технические работники, служащие, секретари, менеджеры, пр.) превратилась в массовую. Возникла потребность в обеспечении всеобщей грамотности, использовании новых методов управления, применения специфических приёмов воздействия на работающих, их организацию и мотивирование труда.

Таким образом, можно утверждать, что Вторая промышленная революция создала не только металлорежущие станки, поточное производство, электричество, телефон, радио, компьютер, автомобиль и авиацию. Её порождением стал также новый «человек-труд» – участник производственного процесса, массовый работник, в деятельности которого навыки *умственного* труда были приоритетными. Только такой исполнитель мог ориентироваться в беспрецедентно усложнившихся информационных условиях промышленного производства. Только такой испол

нитель может разрабатывать и выдерживать стандарты, необходимые для того, чтобы создавались изделия, состоящие из сотен деталей, производимых тысячами рабочих в разных уголках Земли.

Только такой работник в состоянии контролировать десятки параметров производственных процессов, протекающих в запредельных физико-химических режимах (температур, давлений, электромагнитных характеристик, радиации, химической агрессивности или биологической активности). Только такой исполнитель может управлять коллективами работников, в руках которых сконцентрировано подобное энергетическое могущество. Только такой исполнитель в состоянии справляться с задачами самоорганизации, самообучения и саморазвития, необходимость которых диктуется колоссальной скоростью изменения условий социально-экономической среды.

Одновременно происходили качественные структурные преобразования общества. В промышленно развитых странах критическое большинство населения стало принадлежать к этим самым интеллектуализированным исполнителям, которые в большинстве своём оставались нанятыми работниками. Но именно они со своими потребностями и финансовыми возможностями превратились в массовых потребителей (а значит, и заказчиков) производимой продукции, определяя спрос на неё.

Под воздействием процесса интеллектуализации потребителей облик этой продукции постоянно изменялся. В нём росло содержание информационных факторов, росла их наукоёмкость и информационноёмкость. Современные бытовые приборы, средства связи, жилища, индивидуаль

ный транспорт становятся всё более «умными», вбирая в себя управляющие электронные средства и даже элементы компьютерной техники. То же самое можно сказать и о ещё одной части товаров, поступающих на рынок, – *средствах производства*. Вне меньшей степени информатизируется и *сфера услуг*. Это затрагивает как сами услуги (образование, литературу, искусство, шоу, туризм), так и средства их производства.

Есть ещё одна важная особенность функционирования экономики в индустриальном обществе. В условиях стихийного формирования спроса на различные (физиологические, личностные и трудовые) потребности человека и бессистемности участия рынка в личностном развитии человека *массовый* интеллектуализированный покупатель стал формировать такие же массовые модели потребления и стили жизни, к которым должны были стремиться («подтягиваться») другие представители общества (не считая немногочисленной части населения со сверхдоходами). Таким образом, на данном этапе развития общества данные рыночные механизмы формируют мощные стимулы развития экономики (в том числе, и путём её интенсивной информатизации). Вместе с тем, нельзя не признать, что подобные механизмы создают значительные возможности и для недобросовестных манипуляций спросом на различные виды товаров. В результате чего у значительной части населения формируется спрос на удовлетворение потребностей в изделиях и услугах (косметике, пищевых добавках, лекарствах, одежде, увлечениях, пр.), которые не только не способствуют личностному развитию человека, но часто и препятствуют этому или даже вредят здоровью человека.

Подводя итоги сказанному, можно констатировать, что *предпосылки необходимости* в ходе трансформацион-

ных процессов Второй промышленной революции обусловлены потребностями интеллектуализированного «человека-труда», превратившегося в то же самое время в массового покупателя на рынке. Его стремительно возрастающие доходы в качестве капитала (своеобразной квазиэнергии экономической системы) обеспечили спрос на массово производимую продукцию. Это и создавало *предпосылки достаточности* в развитии индустриального общества.

Ко второй половине XX века возможности индустриального общества, между тем, стали исчерпываться, натываясь на жёсткие ограничительные пределы воздействия на природную среду. Колоссальная материалоёмкость и энергоёмкость экономических систем, глобальные масштабы производственного комплекса на фоне прогрессирующего роста населения планеты оказались несовместимы с реальной несущей способностью локальных экосистем и биосферы в целом.

При этом главной проблемой становится, как при Первой промышленной революции, не дефицит природных ресурсов – с этим индустриальная технологическая основа научилась справляться, в том числе, путем замещения одних исходных материальных ресурсов другими. Гораздо сложнее оказалось решить проблемы деградации локальных экосистем и биосферы в целом, которые обеспечивают формирование ассимиляционного потенциала планеты, а также разрушения энергетической системы Земли, вследствие перепроизводства энергии человеком.

Вопросы для самоподготовки

1. Что является первопричинами социально-экономических революций?
2. В чём суть биотехнической революции?
3. Что лежит в основе сельскохозяйственных революций и промышленной революции?
4. Что привело к научно-технической революции? Какие её особенности?
5. Какие основные этапы социально-экономического развития вы можете назвать? Дайте краткую характеристику каждого из них.
6. Как, на ваш взгляд, изменяется структура метаболизма человечества и соотношение подсистем «трудо-», «био-», «социо-» в ходе социально-экономического развития?
7. Какие функции выполняет природа по отношению к человеку?
8. Какой базовый фактор общественного производства, по вашему мнению, доминирует в современном обществе в мире и в Украине?
9. Какие формы производственных отношений вы знаете? Влияет ли на них социально-экономическое развитие общества?
10. Какую роль играет информация в промышленных революциях? В какой мере она выступала средством производства и предметом потребления в ходе социально-экономического развития?
11. Как изменялся доминантный тип отношений «человек-природа» в зависимости от социально-экономических формаций?
12. Назовите три сущностные основы, характерные для социально-экономических систем.

13. Какие виды потребностей обусловили предпосылки первой промышленной революции?
14. Какие ключевые инновации лежат в основе Первой промышленной революции?
15. Что можно назвать основной движущей силой Первой и Второй промышленных революций: энергию, информацию или синергию?
16. Перечислите базовые технологии Второй промышленной революции.
17. Что выступило ограничениями дальнейшего развития в индустриальном обществе?

3. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ТРЕТЬЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ (Т.п.р.)

- Вызовы (Т.п.р.)
- Причины и мотивы Т.п.р.
- Экономические предпосылки реализации Т.п.р.
- Предпосылки реализации Т.п.р.

3.1. Вызовы (Т.п.р.)

Видимо, людям, которым приходилось жить на рубеже XX и XXI веков, было трудно представить, что каких-нибудь сто лет назад их предшественникам в большинстве своём были недоступны столь привычные для человека конца XX века атрибуты быта и производственной деятельности, как электричество, средства массовой коммуникации (ТВ, радио, телефон), персональный компьютер, кино, современные виды транспорта (автомобиль, самолёт, метро) и многое другое. Эти и другие неотъемлемые компоненты современной цивилизации принесла миру Вторая промышленная революция.

Между тем, прошло всего лишь десяток лет, как в жизнь человека стремительно ворвались вещи, о которых он понятия не имел ещё каких-нибудь 10–15 лет назад, но без которых ему уже трудно строить свою каждодневную жизнь. Это мобильные телефоны, цифровые средства коммуникации, банкоматы и, конечно же, Интернет. Фактически это и есть наследие, которое В.п.р. передаёт Третьей,

призванной решить те проблемы, с которыми не в состоянии справиться она сама. Наиболее серьезной из них является проблема глобального экологического кризиса, основной причиной которого явились беспрецедентно ресурсоёмкие индустриальные технологии, рождённые в недрах той же В.п.р. Именно эту проблему, прежде всего, призвана решить Т.п.р. путём радикальной дематериализации (снижения энергоёмкости и материалоёмкости) индустриального метаболизма. Эта задача решается переходом на возобновимые ресурсы, природные ресурсы, замкнутые циклы ресурсопользования, аддитивные технологии, на порядок снижающие ресурсоёмкость производственных систем, и сопутствующие всему этому организационную и социальную основы. Упомянутые переходы могут быть реализованы только в результате генерирования соответствующих кластеров инноваций, обуславливающих решение необходимых задач.

Видимо, невозможно дать простое определение Т.п.р. как любому сложному, многомерному явлению. С учётом этого Т.п.р. может быть определена через формулирование её базовых отличительных особенностей.

Т.п.р. – это явление радикальной качественной трансформации социально-экономических систем, характеризующееся: переходом на возобновимые источники энергии и сырья, массовым внедрением аддитивных технологий и сетевых производственных систем, цифровой основой фиксации и передачи информации, формированием горизонтальных производственно-потребительских структур и соответствующих им солидарных форм экономических отношений.

Чтобы предметно анализировать сущностное содержание Т.п.р., необходимо понять её суть, её глубинные основы и то, чем она отличается от предшествующей промышленной революции.

Вторая промышленная революция достигла своей кульминации, когда появились поточные линии по массовому производству стандартных товаров потребления. Электричество стало единой энергетической основой, приводящей в движение весь многообразный парк машин и оборудования. Высокий уровень информатизации производственной основы позволил в значительной степени облегчить процессы изготовления продукции и управления сложными технологическими системами. Одновременно был дан толчок развитию науки, колоссального повышения образовательного уровня населения и формирования автоматизированных основ переработки информации. Всё это в конечном счёте заложило основу для старта Т.п.р. Уже в ходе В.п.р. наука перестаёт быть занятием чудаков-одиночек и превращается в производительную силу, органически обуславливая конструкторские и технологические циклы производственных систем, хотя ведущими (по трудозатратам и издержкам) остаются производственные процессы изготовления продукции. При Т.п.р. наука, включая проектирование, становится доминирующим звеном общего цикла создания изделий.

Третья промышленная революция, как мы уже сказали, призвана решить упомянутую проблему глобального экологического кризиса. Необходимым условием является радикальная дематериализация индустриального метаболизма, что, в конечном счёте, должно сопровождаться

существенным снижением (в разы!) энергоёмкости и материалоёмкости обеспечения процессов жизнедеятельности человека.

Т.п.р. знаменует собой ряд *переходов* от принципиальных особенностей, отличающих экономику эпохи В.п.р., к характеристикам *сетевой экономики*, рождающейся в ходе Т.п.р. Основные из этих переходов можно выразить следующим образом:

- от преимущественного использования *невозобновимых* ресурсов к преимущественному использованию *возобновимых* ресурсов;

- от *разорванных* к *замкнутым* циклам природопользования;

от *субтрактивных* к *аддитивным* технологиям (в первом случае процесс изготовления изделий происходит путём отсечения ненужного, во втором – методом добавления необходимого; именно так работают 3D-принтеры);

- от *многообразных* форм к единой *цифровой* форме фиксации и передачи информации;

- от *обособленных* к *сетевым* производственным системам;

- от *вертикальных* (сложно-посреднических) к *горизонтальным* (прямым) производственно-потребительским структурам;

- от *капиталистических* или *командных* к *солидарным* формам экономических отношений.

3.2. Предпосылки реализации Т.п.р.

Любая система формируется во взаимодействии трёх начал (базовых групп факторов): материальных, информационных и синергетических. Условно (символически) их функции можно выразить следующим образом: *материальные* – движут (совершают работу); *информационные* – направляют (формируют информационный алгоритм развития); *синергетические* – объединяют (обеспечивают согласованное поведение отдельных подсистем). (Подробно – в: Мельник, 2016).

На рис. 3.2 показаны необходимые базовые предпосылки для реализации Т.п.р. Они предполагают: во-первых, наличие эффективных (т.е. достаточно дешёвых на единицу выполняемой работы) технических средств (в частности, установок альтернативной энергетики и 3D-принтеров); во-вторых, обеспечение единой («цифровой») основы фиксации и передачи информации (для реализации коммуникаций человека с человеком, человека с машиной и машины с машиной), а также формирование глобальной системы памяти и своеобразного всепланетного «мозгового центра» на основе «облачных» технологий; в-третьих, формирование единой коммуникационной основы на базе Интернета и сетевых систем.

При внимательном анализе можно понять, что каждая из перечисленных групп предпосылок обуславливает как бы два разреза: *технический* и *экономический*. Первый – предполагает само техническое решение проблемы создания соответствующего средства. Второй – связан с обеспечением их дешевизны, достаточной для массового

внедрения на уровне предприятий, регионов и национальных экономик.



Рис. 3.2. Базовые предпосылки для старта Третьей промышленной революции

С определённой степенью условности можно сказать, что технически упомянутые группы предпосылок закладывались в рамках В.п.р. Именно тогда рождались принципиальные технические решения по созданию солнечных панелей, ветрогенераторов, 3D-принтеров и компьютеров. Однако их совершенство, эффективность, технологичность, обеспечивающие резкое удешевление, достигались уже со стартом Т.п.р.

Впрочем, можно сказать и иначе: достижение достаточной дешевизны указанных средств и явилось тем спусковым крючком, который дал старт лавинообразному ходу Т.п.р.

Главным прорывом Т.п.р. стало обеспечение дешевизны и эффективности: а) получения возобновимой энергии; б) аккумуляирования энергии; в) производства и эксплуатации 3D-принтеров; г) фиксации, обработки и передачи информации. В этом убеждают факты множества публикаций.

С 1970 г. стоимость производства солнечной энергии сократилось в 150 раз (!) Прогнозируемое на 2021 г. выравнивание цен на традиционную и альтернативную энергии было достигнуто уже в 2015 году (Shahan, 2016).

В одном из регионов Чили зафиксирована рекордно низкая цена на солнечную энергию – вдвое ниже, чем на угольную (Фесенко, 2016).

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 (Загорская, 2015 а).

Сегодня технологии стали настолько дешёвыми, что, например, производство сенсоров и RFID-меток пе

решагнуло порог дешевизны в один доллар. Тем самым сделан решающий шаг к массовости (Четвёртая революция, 2016).

3.3. Экономические предпосылки реализации Т.п.р.

Одной из важнейших особенностей Т.п.р. является то, что, получив от Второй промышленной революции средства принципиальной реализации различных производственных процессов, она смогла значительно повысить эффективность их реализации. Следствием стало колоссальное *удешевление* соответствующего технического инструментария.

К важнейшим сторонам этого явления следует отнести:

- получение возобновимой энергии;
- аккумулярование энергии;
- реализацию аддитивной технологии на основе 3D-принтеров;
- передача и обработка информации (PC, 2D-печать, память, коммуникации, идентификация);
- контроль за производственными и бытовыми процессами.

В таблице 3.1 показаны некоторые показатели, характеризующие динамику повышения эффективности и снижения стоимости отдельных технических процессов, составленные автором на основе различных источников в Интернете.

Таблица 3.1 – Динамика удешевления технических средств обработки информации

Показатель	Период/значение	
	1970–1980 гг.	Середина 2010-х
Стоимость процессора	\$ 10 ⁴ –10 ⁵	\$ 0,15–5,0
Стоимость сенсоров и RFID меток	\$ 10 ³	<\$ 1,0
Цена видекамеры	\$ 5000	\$ 10

К этому следует добавить, что себестоимость производства компьютерных чипов снижается вдвое каждые 18 месяцев. Соответственно, удваивается вычислительная мощность, доступная на 1 доллар технического средства. Как уже отмечалось выше, происходит также значительное удешевления получения 1кВт·часа возобновимой энергии (на 10–15% в год).

Данные изменения не могли бы происходить без сотен каждодневных инноваций, рождаемых уже в недрах Т.п.р.

3.4. Причины и мотивы Т.п.р.

Основные задачи, которые должна решить Третья промышленная революция, принципиально отличаются от задач двух её предшественниц – Первой и Второй промреволюций. В ходе последних человечество пыталось нарастить своё материально-энергетическое могущество, соревнуясь в этом с природной стихией. Достаточно сказать, что в 1950-е годы во многих странах девизом было: «всё, что большое, – красиво!»

Для Третьей промышленной революции ходом истории была задана другая цель: на новом витке социально-энергетического развития вернуться к гармонии с природой через трансформацию производственных систем, экологизацию общественного уклада и стиля жизни и преобразование самого человека. В этих условиях нужно стремиться не к увеличению масштабов, мощностей и форм общественного производства, а к их миниатюризации, сопровождающейся ростом производительности, увеличением функциональных возможностей, повышением эффективности экономических систем.

Как и в двух предыдущих промышленных революциях, в Третьей – трансформационным сдвигам подвергаются все три группы системоформирующих факторов экономических систем: материально-энергетические, информационные и синергетические. Однако на современном этапе эстафета лидерства переходит к *синергетическим* факторам. Именно они призваны интегрировать отдельные компоненты локальных экономических систем в единое системное целое – глобальную экономику «космического корабля» Земля. Именно так это происходит в природе, где отдельные локальные экосистемы, объединяясь, формируют единую биосферу планеты.

Одной из важнейших задач трансформации *материально-энергетической основы* экономики в ходе Третьей промышленной революции является её гармонизация с природной средой. Это предполагает, прежде всего, дематериализацию систем производства и потребления продукции, иными словами, их значительное «облегчение», т.е. снижение материалоёмкости и энергоёмкости на единицу производимой продукции (выполняемой работы) и на од-

ного проживающего на земле человека, жизнедеятельность которого нужно обеспечить всем необходимым. Кроме того, задача экологической гармонизации материально-энергетической основы обуславливает необходимость перехода на органически сочетающиеся с экосистемным метаболизмом вещества и замкнутые циклы использования ресурсов. Не случайно, в английском языке применительно к экологически благоприятным изделиям используются термины: «environmental friendly», «natural sound», означающие *дружественность* по отношению к природной среде или *созвучность* с природой.

Как видим, причину Третьей промышленной революции следует искать в противоречиях экологического характера. Поводом же послужила крупнейшая в современной истории радиационная авария (максимального 7-го уровня по Международной шкале ядерных событий) на АЭС Фукусима-1 (Япония). Именно она заставила пересмотреть стратегические планы развития ЕС. Во многих странах Евросоюза доля электроэнергии, вырабатываемой на атомных электростанциях, составляла в среднем от 30 до 40% (Болгария, Венгрия, Германия, Италия, Словения, Финляндия, Швеция). А в Словакии (54%) и во Франции (78%) более половины национальной электроэнергии производилось на АЭС (Бобылёв, 2016; Одессер, 2016). Шок от японской катастрофы был настолько силён, что заставил искать замену энергетическому атому. В относительно бедной на ископаемые энергоресурсы Европе проблема могла быть решена только через интенсификацию использования возобновимых источников энергии. Потянув за одно звено, Европе удалось привести в движение и ускорить процессы во всей цепи целостного системного явления под названием «Третья промышленная революция».

Нельзя не упомянуть и ещё об одной задаче, которую призвана решить Третья промышленная революция. Она должна изменить императив формирования сущностных начал человека. В частности, экономика должна перейти от обслуживания преимущественно материальных потребностей физиологической и экономической природы человека (т.е. «человека-био» и трудовой сущности «человека-трудо») к обеспечению системного личностного развития социальной сущности человека («человека-социо»).

В ходе Третьей промышленной революции предпосылки формирования «зелёной» экономики закладываются через триединую систему взаимодействия материально-энергетических, информационных и синергетических факторов.

Вопросы для самоподготовки

1. Назовите инновации, которые возникли на рубеже Второй и Третьей промышленной революции.
2. Какие проблемы и ограничения роста производительных сил призвана решать Третья промышленная революция?
3. Как называют экономику, которая лежит в основе Третьей промышленной революции?
4. Охарактеризуйте «сестейную» («зеленую») экономику.
5. Перечислите основные отличия Третьей промышленной революции от Второй.
6. Какое место отведено науке в ходе Второй и Третьей промышленных революций?
7. В чем разница между субтрактивными и аддитивными технологиями?

8. Что выступает в качестве синергетической основы при переходе к Третьей промышленной революции?
9. Что стало драйвером массового использования солнечных панелей, ветрогенераторов и 3D-принтеров со стартом Третьей промышленной революции?
10. Приведите примеры удешевления инноваций при переходе к Третьей промышленной революции.
11. Какие системоформирующие факторы доминируют на современном этапе развития? В чем это выражается?
12. Какие экологические противоречия стали поводом перехода к Третьей промышленной революции?

4. ТРАНСФОРМАЦИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ В ХОДЕ Т.П.Р.

- Переход к возобновимым источникам энергии
- Эффективное аккумулирование энергии
- Политика ресурсосбережения
- Использование новых материалов
- Дематериализация транспортных процессов
- К динамичным формам материальных активов

4.1. Переход к возобновимым источникам энергии

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, 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.

Ключевую проблему, лежащую в основе энергетического измерения, в несколько упрощённом виде можно сформулировать следующим образом. Производство энергии на Земле достигло предела, за которым следует разрушение энергетической системы Земли (в частности, то, что формулируется таким ёмким понятием, как *изменение климата* планеты).

С учётом указанного ограничения удовлетворение энергетических потребностей растущего населения Земли может обеспечиваться только двумя путями. Первый – связан с получением энергии без увеличения её общего количества, образующегося на поверхности планеты (т.е. за счёт не производства дополнительного количества энергии, а перераспределения того, которое поступает на Землю из космоса, в частности, от Солнца). Второй путь основан на значительном снижении энергоёмкости процессов жизнеобеспечения человека. Первый путь обуславливает переход на *возобновимые источники энергии*, второй – предполагает существенное *повышение энергетической эффективности* (т.е. снижение энергоёмкости) процессов жизнедеятельности человека. В общей сложности существует объективная необходимость суммарно снизить энергоёмкость процессов жизнедеятельности человека не на проценты, а в разы (!) Как убедимся дальше, обе задачи успешно решаются в ходе Т.п.р. Это и есть две важнейшие из многих её инноваций.

О том, что подобная задача вполне реальна, свидетельствуют многочисленные факты.

В настоящее время доля энергии производимой из возобновимых источников в мире достигла 23% [22]. В ряде стран и отдельных регионов (Дания, Германия, Португалия, Шотландия, Чили, Швеция) в отдельные периоды времени эта доля уже превышает 100% [13; 14; 17; 19; 20; 23; 31].

Впечатляет и динамика происходящих изменений в альтернативной энергетике (табл. 4.1)

Таблица 4.1 – Динамика объемов и стоимости производства возобновляемой энергии [16; 30; 33]

Показатель	Значение
Удвоение объёма производства альтернативной энергии с 2000 г.: – по солнцу – по ветру	7 раз 4 раза
Прогнозируемое увеличение объёмов производства энергии: – по солнцу – по ветру	2 раза 1,5 раза
Сокращение стоимости производства энергии при каждом удвоении её объёма: – по солнцу – по ветру	на 24% на 17%

Нельзя не признать, в прочем, что такие направления возобновимой энергетике, 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 эксплуата-

ции 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 (Новый, 2016). Ещё больше впечатляет второй рекорд: 9 июля 2015 года, в день, который выдался необычно ветреным, ветроэнергетика Дании выработала 144% электроэнергии потребленной в этот день в стране (Denmark, 2015).

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 (Турлікьян, 2016).

В 2015 г. мир снизил потребление угля на 47 млн тонн (Яковлева, 2016 а).

В США количество работников «солнечной» сферы впервые превысило по этому показателю нефтяную промышленность (Турлікьян, 2016, б).

В 2015 г. инвестиции в возобновимую энергетику достигли 329 млрд долларов (Федосенко, 2016).

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 (Solar Power, 2016; Solar Power and Wind, 2016).

Количество солнечных установок в мире увеличилось на 34% в 2015 году (Solar Power, 2016).

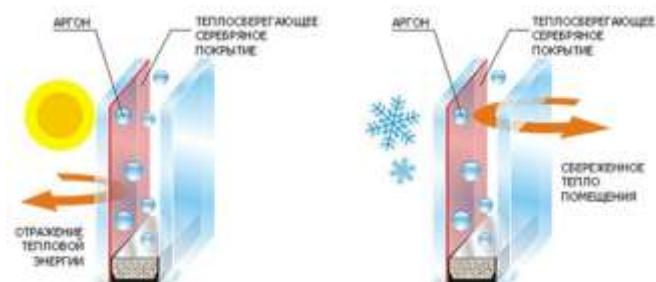


Рис. 4.1. Низкоэмиссионное стекло (Low-E — Low Emissivity)



Рис. 4.2. Электрохромное окно на солнечных батареях SageGlass



Рис. 4.3. «Энергетическое дерево» для подзарядки гаджетов (Финляндия)

Продукт изготовлен с применением технологии 3D-печати. Листья «дерева» представляют собой солнечные панели на основе органических материалов. Выработанное электричество направляется по проводникам в стволую часть.



Рис. 4.4. Световой колодец на станции метро в Берлине. Верхняя часть



Рис. 4.5. Световой колодец на станции метро в Берлине. Нижняя часть колодца



Рис. 4.6. Украинский солнечный концентратор «Diversity»

Благодаря украинскому стартапу Energy Torrent, возобновляемая энергия стала еще более доступной. Это касается не только цены, скорее дело в самой сути технологии преобразования солнечной энергии. В этом случае, речь идет о солнечных концентраторах – устройствах, позволяющих получить высокотемпературное тепло, и, с чуть более сложными доработками, электричество. Теперь любой желающий сможет сделать такой концентратор просто в своей домашней мастерской – вся необходимая документация, чертежи и пошаговая инструкция находятся в открытом источнике EnergyTorrent Wiki.

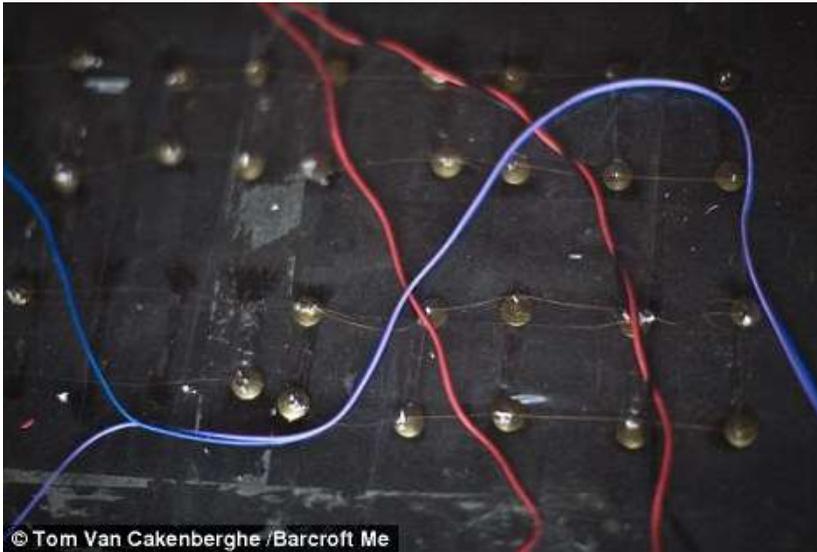


Рис. 4.7. Первые в мире солнечные панели из человеческого волоса

Автор – молодой изобретатель из Непала. Панель вдвое дешевле обычных кремниевых.

Фотоэлектрические панели установлены на трекерах, которые отслеживают расположение солнца (рис. 4.8). Электроэнергия обеспечивает двухэтажный дом. Избыток электроэнергии продаётся в сеть по зелёному тарифу: 4,75 грн за 1 кВт*час при тарифе облэнерго: 0,78 грн/кВт*час. Зеленые тарифы в Украине привязаны к курсу Евро и позволяют окупать затраты на установку солнечных электропанелей и замену аккумуляторов.



Рис. 4.8. Солнечные панели в Сумах



Филиппинские инженеры разработали SALt (Sustainable Alternative Lighting) – лампу, которая может гореть в течении 8 часов на одном стакане воды и двух чайных ложках соли. «Соляная лампа» может светить в течении 8 часов в день на протяжении, примерно, 6 месяцев, а после этого периода необходимо заменить анод.

Рис. 4.9. SALt – лампа, которая работает на стакане воды и двух ложках соли

Физик-энтузиаст из Миргорода (Полтавская область) разработал и сконструировал чрезвычайно простую и дешевую солнечную станцию для подогрева воды (рис. 4.10). Инновационная солнечная станция работает по принципу увеличительного стекла. Уже разработан проект обеспечения центральной части Миргорода горячей водой с использованием солнечной энергии. Проект стоимостью 533 000 евро поможет обеспечить ГВС 7% жителей города. Планируется, что солнечная станция окупится уже через 2-3 года, а ежегодная экономия составит 825 000 кубометров газа.



Рис. 4.10. Проект солнечной станции украинского изобретателя сможет снабжать Миргород



Рис. 4.11. В Китае начато строительство огромной солнечной тепловой электростанции, площадью 6300 акров



Рис. 4.12. Солнечная и гидро- электростанции два в одном

Реализуется проект гибрида солнечной и гидро-электростанций в пустыне Атикама – между Андами и Тихим океаном (Южная Америка) колоссальной мощности.

Электростанция *Mirror of Tarapaca* («Зеркало Тарапака») будет генерировать электричество при помощи солнечной энергии в течение дня и поднимать с её помощью морскую воду по туннелю к вершине горы, где вода будет храниться в природном резервуаре. Ночью электростанция будет спускать всю воду вниз, создавая энергию по мере её падения.



Рис. 4.13. Дерево, которое вырабатывает электричество (Франция)

Испанская компания представила новый проект безлопастных ветряков «Vortex Bladeless» (рис. 4.14), передает hi-news.ru. Инновационные генераторы выглядят как обычные столбы, закопанные в землю. А энергия ветра используется не для раскручивания лопастей, а для качания и колебаний. Когда дует ветер, установка начинает вибрировать, и генератор в основании турбины преобразует механическое движение в электричество.



Рис. 4.14. Безлопастные ветряки



Рис. 4.15. Шведская архитектурная студия Belatchew Arkitekter хочет превратить небоскреб в Стокгольме в ветропарк, покрыв поверхность здания тысячами электрогенерирующих щетинок («соломинок»)



Рис. 4.16. Парящий ветряк-турбина

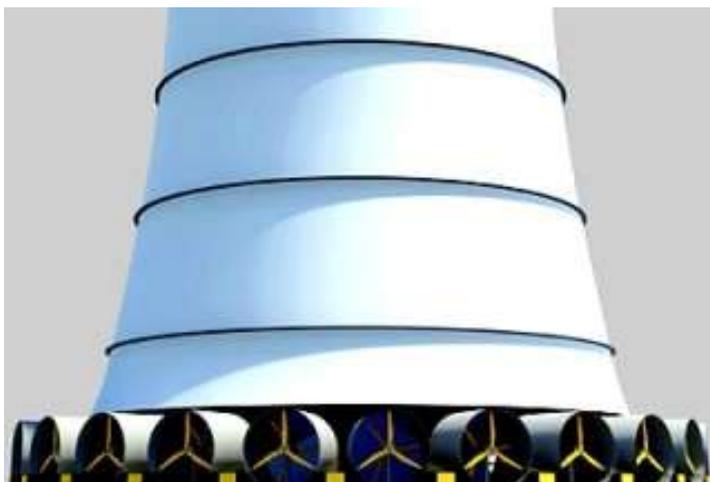


Рис. 4.17. Ветровая электростанция, работающая при полном штале

Американская компания Solar Wind Energy Tower разработала инновационный проект энергогенерирующей установки, работающий от силы ветра, аналогов которой на данный момент в мире нет. Принцип работы новой электростанции заключается в охлаждении воздушных потоков, которым в аэродинамической башне (685 м высоты) придается ускорение, и они затем приводят в движение электрогенераторы. В верхней части башни расположены клапаны, с помощью которых распыляется вовнутрь башни вода. Она охлаждает воздушные потоки, которые устремляются к основанию башни. А уже там расположенные энергогенераторы, купить, которые можно практически повсюду, вращаются этими потоками, одновременно раскручивая их.



Рис. 4.18. Обувь собирает кинетическую энергию во время ходьбы

Метод разработала команда учёных университета Висконсин-Мэдисон. Мощность пары обуви – 20 Вт. Может быть использована для зарядки мобильных и других приборов.

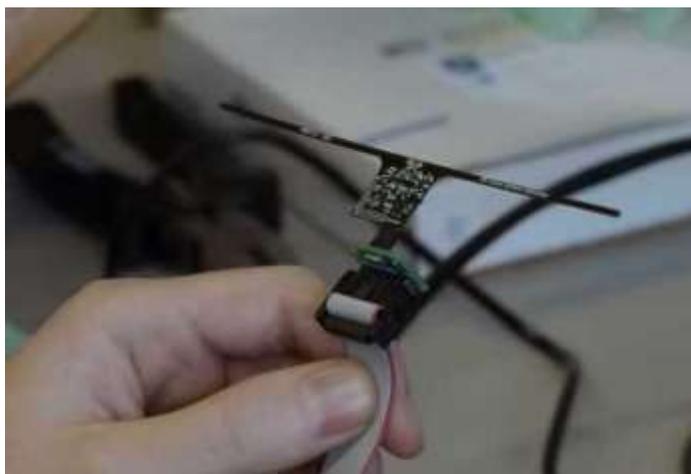


Рис. 4.19. Технология WISP: энергия прямо из воздуха

Беспроводная WISP технология (лежит в основе Bluetooth) позволяет улавливать радиоволны и конвертировать их в электричество

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 (Для 139 стран, 2015).

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 (Тенденции, 2016).

4.2. 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 останутся, 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 энергию, 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 приходит 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 растратчена. Так что, 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: *гидроаккумуляция* (связано с естественным и искусственным подъёмом уровня воды в периоды переизбытка производства энергии и утилизацией накопленной энергии в пиковые периоды), *электроаккумуляция*, *водородные технологии*, *тепловое аккумуляция*, *химическое аккумуляция* (связанное с целенаправленным изменением свойств веществ за счёт избытка энергии или накоплением органических веществ с последующим получением биогаза или электричества).



Израильский стартап StoreDot представил прототип батареи, способной полностью заряжаться за 30 секунд за счет использования органических нано-частиц. За 29 секунд аккумулятор, разряженный на 73%, был полностью заряжен. Этот проект получил 10 млн долларов инвестиций от Романа Абрамовича.

Рис. 4.20. Израильский стартап StoreDot



Исследователи из технологического института Карлсруэ (KIT) предложили использовать гнилые яблоки для создания высокопроизводительных *натрий-ионной батареи* (питание портативной электроники)

Рис. 4.21. Дешёвые зелёные батареи на гнилых яблоках

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 (Грандиозный, 2016).

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 (Яковлева, 2016 б).

Новые аккумуляторы от Samsung позволяют автомобилю проехать до 600 км на одной зарядке (Турлікьян, 2016, а).

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 (Разработана, 2016).

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 (Федосенко, 2016, а).

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 инициирована небольшим толчком тепла, света или электричества (Разработан новый, 2016).

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) (Новый аккумулятор, 2016).

4.3. Политика ресурсосбережения

Можно говорить о двух направлениях реализации ресурсозберегающей 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* (Пильцер, 1999).

За последние 20 лет вес фото- и видеокамер, магнитофонов, аккумуляторов снизился в разы, а то – и на порядок. За сорок лет топливёмкость автомобилей уменьшилась почти в 10 раз (с 20 до 2 литров на 100 км пути) (Вайцзеккер и др., 2000; Вайцзеккер и др., 2013). 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» (9 quotes, 2016).

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 носит также природосберегающий характер.

4.4. 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 (Волоконно-оптические, 2015).

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 (Оптическое, 2015).

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

4.5. 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 обрабатываются новые способы передачи энергии на основе ультразвукового, микроволнового и лазерного методов, а также при помощи электростатической и электромагнитной индукции (Омесь, 2015). В случае масштабной реализации это позволит значительно (в разы) снизить материалоемкость 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 (файла) и его материализации при помощи 3D-принтера (Омесь, 2015).

Существенные возможности значительного снижения топливоемкости 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 (Электромобили, 2015).

Сегодня массовый выпуск электромобилей освоили ведущие автопроизводители мира: Audi, BMW, Chevrolet, Citroen, Daewoo, Mercedes, Nissan, Porsche, Renault, Rover, Tesla-Motors, Toyota, Volkswagen и др. (Купить, 2015).

4.6. 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.

Вопросы для самоподготовки

1. Дайте характеристику особенностям «зеленой» экономики.
2. Каким образом, на ваш взгляд, можно стабилизировать изменение климата на планете.
3. Назовите пути удовлетворения энергетических потребностей растущего населения Земли в свете Третьей промышленной революции.
4. Как изменяется динамика производства электроэнергии из возобновимых источников энергии?
5. В чем суть энергии «с нулевыми переменными издержками»?
6. Приведите успешные примеры массового перехода на альтернативные источники энергии.
7. Охарактеризуйте опыт человечества в освоении возобновимых источников энергии и энергосбережении на современном этапе развития.
8. Что на данный момент может служить человечеству источником возобновляемой энергии?

9. Какие инновации применяются сегодня с целью энергосбережения? В чем принцип действия технологических новинок?
10. Приведите возможные организационно-правовые реформы стимулирования перехода на возобновляемые источники энергии.
11. С какими трудностями сталкиваются энергетики при перераспределении электроэнергии во времени и в пространстве, получаемой от разных энергоресурсов?
12. Каким образом водород может служить в качестве аккумулятора энергии?
13. Какие технологии аккумулирования энергии используются сегодня в промышленных масштабах?
14. Какие основные направления ресурсосберегающей политики выделяют сегодня?
15. По каким направлениям происходит дематериализация транспортных процессов?
16. Какие ограничения закладываются при проведении трансформаций современного общества?

5. ТРАНСФОРМАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОСНОВЫ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ХОДЕ Т.П.Р.

- Научное сопровождение технической модернизации
- Информатизация производства, логистики, сбыта
- Революция в материаловедении
- Конвергенция в производстве и потреблении

5.1 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, но и окна помещений, а кроме того, человеческий волос, растения, транспортные магистрали и много чего ещё. Технически реализована идея «солнечного дерева», каж-

дый листик которого («напечатанный», кстати, при помощи 3D-принтера) представляет собой миниатюрную солнечную электростанцию (Ильченко, 2015).

Не менее важным является колоссальный рост эффективности альтернативных энергосистем. С 1977 по 2014 г. (т.е. менее, чем за 40 лет) стоимость 1 Вт установленной мощности фотоэлектрических элементов снизилась с 76,67 до 0,74 долларов за Ватт, т.е. более, чем в 100 раз (!) Соответственно, снижается и стоимость производимой энергии (Литвинова, 2015), 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 (Обувь, 2016).

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) (В США, 2016). 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 (Мохнатый, 2015). В Америке электростанцией стала автомагистраль, где энергию вырабатывают несущиеся по ней автомобили. А в Европе подобным образом научились осваивать энергию велосипедов, едущих по велодорожкам (Перелёт, 2015; Лищук, 2015).

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 аккумуляции энергии. Как было уже сказано, колоссально возросли скорость зарядки электроаккумуляторных батарей и их ёмкость (В Стэнфорде, 2015). В Германии около полумиллиарда евро запланировано инвестировать в совершенствование технологии водородных топливных элементов, которые могут превратиться в эффективные аккумуляторы энергии (Перелёт, 2015; Жизнь, 2015).

5.2 Информатизация производства, логистики, 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. О чём мы писали в предыдущей главе.

Сегодня формируются (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 (Ерёмина, 2015).

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 (Перелёт, 2015).

Сейчас в Китае планируется более 500 «умных» городов. Задачи, которые ставятся перед ними – оптимизация энергоснабжения, коммунального хозяйства, логистики, транспортных потоков, мониторинг и контроль эко-

логической 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 (Смогут ли, 2016).

5.3 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 (Определение, 2015; Самойлов, 2014; Щедровицкий, 2014), 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 *«конструкциях»*, 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 (Краснянский, 2015; Загорский, 2014; Щедровицкий, 2014). 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 гиб-

кой вариабельности, т.е. возможности быстро и с минимальными издержками изменять свойств 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 (Горина, 2015).

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 (Загорская, 2015 а).

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 (Доронин, 2015).

Заемствуя 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 выкладываяющих свои гнёзда, очень напоминает действия 3D-принтера, а материал идеально соответствует экологическим требованиям (Загорская, 2015).



Рис. 5.1. 3D-технологии для работы с несколькими материалами

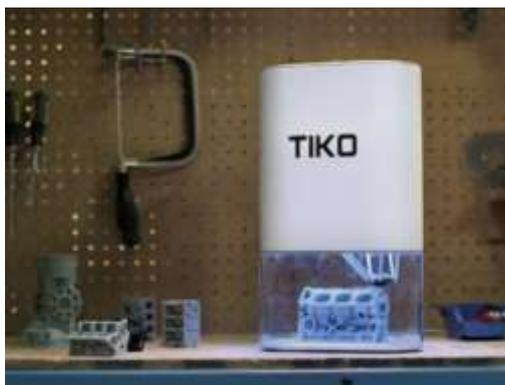
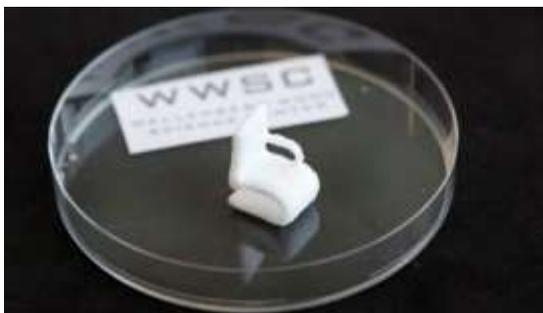


Рис. 5.2. Цельный 3D-принтер обещает стоять не больше холодильника (\$179)

Размеры нового дельта-принтера составляют всего 390 на 221 на 237 миллиметров, а его вес — всего 1,7 кг, без учёта катушки с нитью. Общий объём области, где происходит печать — 2,27 литра.

На 3D-принтере напечатан работающий орган – щитовидную железу мыши. После пересадки орган заработал и стал выделять гормоны.



Впервые 3D-объекты были напечатаны полностью из древесной целлюлозы

Рис. 5.3. Чернила для 3D-биопринтера из целлюлозы

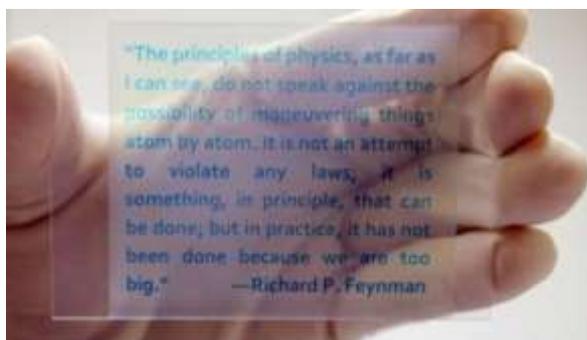
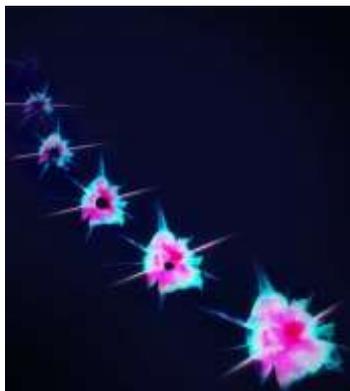


Рис. 5.4. Бумага для многоразовой печати

Текст или картинка на таком носителе сохраняется в течение нескольких дней, после чего напечатанная информация может быть стёрта посредством простого нагревания бумаги.

Осы вдохновили инженеров на 3D-печать домов из грязи и глины. Кроме этого, в связи с растущей численностью населения в некоторых частях нашей планеты, Организация Объединённых Наций (ООН) уже прогнозирует необходимость строительства около 100 тысяч новых домов ежедневно на протяжении ближайших 15 лет.

Как это часто бывает, решение проблемы подсказывает сама природа. Одиночные осы строят прочные похожие на глиняный горшок гнёзда из обычной грязи, методично выкладывая её слой за слоем. Принцип работы этих трудолюбивых насекомых сильно напоминает работу 3D-принтера, и именно они вдохновили итальянских инженеров, создавших компанию WASP (аббревиатура от World's Advanced Saving Project, или «Мировой передовой спасательный проект», wasp означает на английском «оса»).



Исследователям удалось разработать материал с невероятной способностью к регенерации.

Созданный американскими учёными пластик заживляет на себе внушительные "ранения".

Рис. 5.7. Самовосстанавливающийся пластик

5.4 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 (Толмачёв, 2015). 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 объемным предметом: компьютер, телефон, фотоаппарат, видеокамера, фонарик, записная книжка, часы-будильник, календарь и много ещё чего.

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 вперёд.

«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» (Белл, 1999).

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

Сегодня 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 (Агамирзян, 2015). Остальное приходится на работу научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро и лабораторий, где формируются информационные алгоритмы функционирования изделий.

Вопросы для самоподготовки

1. Опишите, как динамика научных открытий влияет на технико-экономическое развития социума.
2. Какие инновации позволили сегодня многим домохозяйствам стать производителями энергии?
3. Что такое «умные» системы? Каким образом они помогают экономить энергию?
4. Какой принцип действия лежит в основе аддитивных технологий создания материальных предметов? В чем его отличие от субстративных методов производства?

5. Какие преимущества дают аддитивные методы производства?
6. Что сегодня понимают под 4D-печатью? И что в таком случае служит четвертого измерения?
7. На что ориентировано современное информационное общество? С какими задачами оно сталкивается?
8. Какую продукцию позволяют создавать 3D-принтеры? Какие материалы и в каком составе могут использоваться в качестве «чернил» для 3D-принтера?
9. Как, на ваш взгляд, повлияет массовое использование 3D-принтеров населением на социально-экономические отношения?
10. В чем суть понятия «конвергенция»? Приведите примеры технической реализации этого явления в повседневной жизни.
11. Каким образом взаимосвязаны конвергенция и миниатюризация изделий?
12. Каким образом распределяются затраты в век нанотехнологий между материальным производством и информационным содержанием? Приведите примеры.

6. ТРАНСФОРМАЦИЯ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ В ХОДЕ Т.П.Р.

- Синергетическая основа как ядро Т.п.р.
- Сетизация производства
- Виртуальные предприятия
- Горизонтально распределённые связи
- «Облачные» технологии

6.1 Синергетическая основа как ядро Т.п.р.

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.

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 сырьё комплексов) на *сети*, состоящие из тысяч и даже миллионов маленьких производственных единиц (IT-предприятий, мини-энергетических установок, использу-

ющих 3D-принтеры производств). Они могут стать реальной производительной силой, лишь будучи объединёнными 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% (Пользователи, 2016). Количество пользователей мобильных телефонов, к концу 2015 года достигло 7 млрд. (т.е. практически сравнялось с количеством жителей Земли) (ООН, 2016). 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 (Интернет, 2015).

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 счёте 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.

6.2 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 предприя-

тий, 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 Интернет.

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 несопоставимо 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.

6.3 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 – компа-

ния 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 (Возможна, 2015).

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.

6.4 Горизонтально распределённые связи

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, деконцентрация источников энергии, при которой появляются миллионы собственников относительно недорогих единичных мощностей; в-третьих, появление дешёвых производственных средств в виде 3D-принтеров, до-

ступных большинству членов общества. В конечном счёте мы становимся свидетелями формирования нового типа экономических отношений. В результате закладываются основы *солидарной экономики*, 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.

6.5 «Облачные» технологии

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 (Облачные, 2016).

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.

Вопросы для самоподготовки

1. Что является основой трансформационных процессов в ходе Третьей промышленной революции?
2. Перечислите особенности трансформации производственного сектора при переходе к Третьей промышленной революции.
3. По каким принципам работают управляющие системы в условиях Третьей промышленной революции?
4. Посредством какой среды происходит синергетическая интеграция локальных информационных систем в ходе Третьей промышленной революции?
5. В чем суть сетизации производственных процессов? Как сетизация влияет на социально-экономические отношения?
6. Какую роль сыграл Интернет на рубеже Второй и Третьей промышленных революций? Возможна ли Третья промышленная революция без Интернета?
7. Что такое ЭнерНет? Какие его функции для человечества?
8. Какие преобразования произошли в логистике благодаря переходу к Третьей промышленной революции?
9. Каким образом преобразовывается энергетическая система при переходе к Третьей промышленной революции?

10. Какие существуют пути пространственно-временного балансирования энергосети в условиях тотальной диверсификации производства электроэнергии?
11. В чем заключается деконцентрация производственных циклов и производства в целом? Какие преимущества дает новый принцип работы независимых компаний единой сети?
12. Что такое солидарная экономика? Какие преимущества она дает для населения?
13. Какие преимущества дают облачные технологии для глобальной экономики?

7. КОНТУРЫ ЧЕТВЕРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ (Ч.п.р.)

- Содержание Ч.п.р.
- Предпосылки «Индустрии 4.0»
- «Интернет вещей»
- Коммуникации в эпоху Ч.п.р.
- Экологические возможности Ч.п.р.

7.1 Содержание Ч.п.р.

Четвертая промышленная революция (получившая также название «Индустрия 4.0»), логически продолжает траекторию Третьей промышленной революции, в которой именно *синергетическая* основа является движущей силой развития социально-экономических систем.

Значительный резонанс проблематика Четвёртой промышленной революции получила после выступления на Международном экологическом форуме в Давосе (январь, 2016) одного из главных теоретиков феномена «Индустрия 4,0» швейцарского экономиста Клауса Шваба. Сам он охарактеризовал это явление как *размывание граней между физическими, цифровыми и биологическими сферами* (Schwab, 2016).

Впервые концепция Четвёртой промышленной революции была сформулирована на Ганноверской выставке в 2011 году, на которой это явление было определено как внедрение *киберфизических систем* в производственные процессы.

Лидерство в Четвёртой промышленной революции взяла на себя Германия, разработавшая частногосударственную программу «*Industrie 4.0*», в рамках которой крупные немецкие концерны при грантовой поддержке исследований Федеральным правительством создают полностью автоматизированные производства, на которых линии и изделия взаимодействуют друг с другом и потребителями в рамках концепции *Интернета вещей*, за счёт чего обеспечивается выпуск индивидуализированной продукции (*Industrie 4.0*, 2016).

Предполагается, что киберфизические системы будут объединены в единую сеть с формированием внутри неё своеобразных локальных «экосистем», функционально обслуживающих, скажем, определённый дом, предприятие, город. Как видим, искусственные технические системы объединяются в целостную глобальную сеть (систему), в чём-то напоминающую биосферу, объединяющую живой мир планеты.

На основе анализа ряда публикаций (Schwab, 2016; *Industry 4.0*, 2016; Назаров, 2016) автором сформулированы важнейшие функции, которые упомянутые киберфизические системы должны будут выполнять *без участия человека*:

- *обмен информацией* (своеобразного «общения» друг с другом) в режиме реального времени;
- *контроль параметров* внешней среды и своих собственных;
- *самоактивизация и остановка* при определённых информационных сигналах;
- *самонастраивание* на оптимальные режимы работы;

- *прогнозируемое* (опережающее, профилактическое) самообслуживание систем;
- *взаимодействие с производимыми ими товарами* (если речь идёт о производственных системах);
- *адаптация под новые потребности* потребителей;
- *определение оборудования*, необходимого для производства требуемых товаров или удовлетворения новых потребностей;
- *самообучение* новым приёмам работы.

В частности, в «умном» доме можно будет удалённо от дома через смартфон закрывать и открывать двери, включать и выключать свет, пылесос, следить за безопасностью дома. Впрочем, по-настоящему «умный» дом сможет всё это делать самостоятельно (например, закрывать окна при неблагоприятной погоде и открывать – при хорошей), конечно, если вы его уполномочите делать посредством программы.

Одним из потенциальных преимуществ Четвёртой промышленной революции является возможность реализации идеи «сервис-ориентированного проектирования».

Илья Хель: «Связь между умными продуктами «Интернета вещей» и умными машинами, которые их производят, будет означать, что последние смогут производить себя самостоятельно и определять целевое производство в зависимости от нужд, выявленных ими же.

Если ваш телефон знает, что скоро «умрёт», он может уведомить завод, на котором будет поставлена в очередь задача произвести батарею для вашего телефона или вообще новый телефон, равно как и для других умных устройств. Когда ваш телефон отправится в корзину, другой уже будет ждать вас.

Этот процесс не ограничивается телефонами и другой сложной электроникой. От одежды до шампуней и мыл все можно будет ставить на поток без дополнительных затрат, которыми раньше сопровождались услуги индивидуальных дизайнеров. Объекты будут производиться индивидуально для вас напрямую, и уже не придётся выбирать из нескольких заранее определённых цветов, называя это персонализацией.

Исследования показывают, что главным стимулом индустриализации являются не столько выгоды потребителей, сколько потенциальные выгоды для многонациональных промышленников, которые первыми примут Индустрию 4.0» (Хель, 2016).

Не ставя перед собой задачи детализации многогранного явления «Индустрия 4,0», что в значительной степени уже сделано в ряде публикаций (Bloen et al, 2014; The Fourth, 2016; Schwab, 2016), остановимся лишь на некоторых вопросах, которые представляются важными с точки зрения понимания механизмов развития социально-экономических систем.

7.2 Предпосылки «Индустрии 4.0»

Как нами было показано в главе 7, для возникновения любой самоорганизующейся открытой стационарной системы должны присутствовать ряд предпосылок.

Предпосылки самоорганизации подсистем. Чтобы возник синергетический системообразующий эффект, части (элементы) системы должны иметь возможность реагировать на изменения внешней среды (в частности, дру-

гих систем) и своего собственного состояния. Этим обеспечиваются необходимые условия для *самоорганизации* технических и экономических систем.

Данный вопрос включает две составляющие: *материально-энергетическую* и *информационную*. Иными словами компоненты системы должны иметь *физическую возможность* контролировать параметры среды и своего состояния, а также изменяться, реагируя на их изменения. Для этого они должны располагать достаточными источниками энергии. Кроме того они должны быть способными *информационно* определять («чувствовать») изменения упомянутых параметров.

Концептуально обе задачи решены в ходе Второй и Третьей промышленных революций. Вторая промышленная революция подарила человечеству *электричество* (позволившее привести в движение технические системы), а также снабдила различными *приборами*, позволившими реализовать контроль физико-химического состояния различных сред.

Третья промышленная революция продолжила данную траекторию. Появились высокоэффективные *автономные источники энергопитания* (батареи, аккумуляторы), обеспечившие свободу передвижения (изменения) технических систем. Без них было бы невозможно создание беспилотных автомобилей, дронов, роботов.

Одновременно создаются *сенсорные системы* колоссальной точности и (что существенно) чрезвычайно высокой эффективности (минимальной ресурсоёмкости).

Последнее чрезвычайно важно, так как само понятие «обеспечение физической изменяемости систем»

предполагает не только теоретическую осуществимость определённых процессов (изменений), но и практическую реализуемость указанного явления в массовых масштабах с учётом экономических и экологических ограничений, накладываемых соответствующими характеристиками самих систем и ситуацией в обществе. Функционирование каких-нибудь нескольких сотен и даже тысяч дорогостоящих устройств по автоматизации быта (пусть даже и при помощи интернета), которые могут себе позволить только очень состоятельные семьи, при всём желании нельзя назвать революцией. Чтобы считаться революционным любое явление должно стать массовым, доступным большинству членов общества. Иными словами, чтобы феномен «Индустрия 4.0» был реализован, необходимо, чтобы и компьютеры, и интернет-подключения, и мобильные телефоны, и сами технические устройства стали бы дешёвыми (во всяком случае, ощущались бы такими для большинства).

Третья промышленная революция смогла решить задачи не только создания функционально пригодных необходимых технических средств, но и обеспечения их экономической доступности для массового потребления.

Сегодня технологии стали настолько дешёвыми, что, например, производство сенсоров и RFID-меток перешагнуло порог дешевизны в один доллар. Тем самым сделан решающий шаг к массовости (Четвёртая революция, 2016).

Таким образом, Третья промышленная революция создала технические (материально-энергетические и информационные) предпосылки *самоорганизации* систем.

Предпосылки коммуникации. Вторая группа предпосылок обеспечивает возможности *взаимодействия* от-

дельных технических устройств и объединения их в единые материально-информационные сети. И здесь необходимо назвать два условия.

Одно из них – наличие коммуникационного *канала связи*. Роль его с успехом стал выполнять *Интернет*, получивший на рубеже XX и XXI веков массовое распространение.

По оценкам Cisco, к 2020 году к Интернету будет подключено 50 млрд различных устройств и объектов, хотя до сих пор 99% неодушевлённых предметов остаются неподключенными. Сетевая структура – ключевой элемент Интернета вещей (Сетевая, 2016).

Другое условие связано с наличием *универсального языка* общения, воспринимаемого всеми элементами системы. Таким средством общения стал *цифровой* (digital) язык. Именно он дал возможность приводить любые виды информации (печатной, ауди, видео, др.) к виду, позволяющему осуществлять процессы её передачи, переработки, хранения, но главное однозначного восприятия компьютерами, мобильными телефонами и другими техническими средствами. Первые общедоступные цифровые фото- и видеокамеры начали внедряться с начала 1990-х годов. Это можно считать и началом цифровой революции.

Именно *цифровые технологии* становятся связующим звеном между информационными технологиями (ИТ), автоматизирующими бизнес-процессы и процессы обработки информации, а также операционными технологиями (ОТ), автоматизирующими процессы в производственной сфере (Bloen et al, 2014).

В числе важнейших базовых достижений Третьей промышленной революции, закладывающей основу для реализации «Индустрия 4.0», следует назвать *средства идентификации* объектов физического мира («вещей»). К основным из них относятся: штрих-коды, Data matrix, QR-коды, средства определения местонахождения в режиме реального времени (спутниковая навигация, MAC-адрес). При всеобщем распространении «интернета вещей» необходимо обеспечить уникальность идентификаторов объектов, что, в свою очередь, требует стандартизации (Интернет вещей, 2016). Всё это стало возможным именно благодаря цифровым технологиям.

Ключевым принципом Четвёртой промышленной революции является идентификация материалов, из которых состоят вещи, с помощью принадлежащих им меток. На любой детали будет содержаться информация о том, где она произведена, из каких материалов, для чего предназначена и т.д. Такие метки позволят установить коммуникацию между вещами, которые до этого не могли «разговаривать».

Говоря о наследии Третьей промышленной революции, без которого была бы не возможна реализация «Индустрии 4.0», нельзя не упомянуть о машинах-автоматах, роботах, 3-D принтерах, искусственном интеллекте и возобновимых источниках энергии.

Необходимо сказать ещё об одной важной детали. Как было показано в подразделе 12.5, характерной особенностью метасистемных переходов (т.е. трансформаций, когда системы, объединяясь, формируют новый надсистемный уровень), является образование неких «мозговых» центров, обеспечивающих за счёт процессов обработки

информации координацию любых форм движения. При реализации феномена «Индустрия 4.0» такую роль начинает выполнять «облако», т.е. система суперкомпьютеров, образующих всепланетную систему памяти и обработки информации.

Предпосылки выгоды. Данная группа предпосылок предполагает, что согласованное поведение отдельных элементов, обуславливающее формирование на их основе нового системного целого, оказывается более выгодным, чем их функционирование отдельно друг от друга. И эти выгоды становятся понятными, когда мы переходим к анализу самого «Интернета вещей», который собственно и есть главным продуктом «Индустрии 4.0».

7.3 «Интернет вещей»

Основным результатом Четвертой промышленной революции должен будет стать именно «Интернет Вещей» (Internet of Things – IoT).

Интернет вещей – концепция вычислительной сети физических объектов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, которое может происходить частично или полностью без участия человека; предполагается, что организация таких сетей способна перестроить экономические и общественные процессы, способствуя социальному развитию человека. Основные сферы применения «Интернета вещей» показаны на рис. 7.1.



Рис. 7.1. Сферы применения «интернета вещей»

7.4 Коммуникации в эпоху Ч.п.р.

«Интернет вещей» позволит реализовать целый ряд коммуникаций (интерфейсов). На основе анализа публикаций (Bloen et al, 2014; Груман, 2016; Четвёртая революция, 2016) автор сформулировал содержание основных из них.

Коммуникация человека («социо») с самим собой. Может быть реализована, в частности, через социальные сети, когда человек получает обратную связь на высказанные мысли. Это может способствовать переосмыслению его убеждений или наоборот усилению уверенности в них. Представляет собой своеобразное усиление рефлексии.

Коммуникация человека («социо») со своим телом (человеком «био»). Посредством постоянно совершенствующихся датчиков человек будет в состоянии контролировать системное состояние своего здоровья и выявлять (диагностировать) критические отклонения определённых параметров.

Коммуникация человека с машиной (Human + Machine). Подобные коммуникации используются всё чаще, хотя человек не всегда их замечает, так как они становятся привычными. Такие коммуникации используются на производстве (где машины позволяют контролировать ход производственных процессов или предупреждают об опасности срывов) и в быту (достаточно вспомнить пульт для открытия гаража, контроль за плитой, дистанционный замок зажигания в машине и т.п.).

Кроме того системы, наделённые искусственным интеллектом, могут помогать принимать решения, например, просчитывать соответствие предлагаемых решений (проектов) наличию имеющихся на предприятии или в государстве ресурсов, либо устанавливать их соответствие существующей правовой основе.

Коммуникация человека с используемыми вещами. Одежда, обувь, часы, мобильный телефон – всё, что носит человек с собой, может, благодаря обратной связи, стать

предметом оптимизации и повышения степени совместимости в данной паре.

Электромобиль Tesla умнеет с каждым месяцем эксплуатации пользователем, получая обновления через Интернет и обмениваясь информацией со смартфоном пользователя. Изучая привычки владельца, электромобиль адаптируется к маршрутам, рассчитывает время выезда в зависимости от планов в календаре и места следующей встречи, прогревает салон перед расчетным временем выхода из дома. Скоро многие окружающие нас предметы научатся взаимодействовать друг с другом, и кофемашина сама будет готовить кофе после звонка будильника, в печке будет готовиться завтрак, а электромобиль сам подъедет от парковки к вашим дверям (Комиссаров, 2016).

Коммуникация машин с машинами (M2M) или вещей с вещами (вещей с машинами). Решает при помощи системы обратных связей целый ряд задач, важнейшими из которых есть: повышение эффективности производства и эксплуатации вещей, совершенствование потребительных свойств товаров (посредством установления коммуникации между потребителем и производителем), экологическое совершенствование производства и потребления товаров.

Коммуникация человека с другим человеком или группой людей. Четвёртая промышленная революция обещает изменить не только техносферу и среду проживания человека, но и отношения между людьми. Значительную роль здесь должны сыграть, с одной стороны, усиление психологической устойчивости каждого человека и его умение работать в команде, с другой – совершенствование ин-

струментария межличностного общения (бизнес-этика, кросс-культурные отношения, пр.).

Существует ещё два важных аспекта рассматриваемой проблематики. Это отношение *человека к обществу* (что играет значительную роль в условиях существенного увеличения свободного времени и повышения благосостояния людей), а также отношение *общества к человеку*. В качестве одной из возможностей здесь следует рассматривать целенаправленное воздействие со стороны общества с целью формирования в человеке личностного начала, готового к социальному развитию в условиях информационного общества и жестких экологических ограничений.

7.5 Экологические возможности Ч.п.р.

Один из ощутимых результатов Четвёртой промышленной революции может проявиться в экологической сфере. «Индустрии 4.0» может помочь замкнуть циклы использования различных видов ресурсов, превратив, по меткому выражению К. Боулдинга, «ковбойскую экономику» в «экономику космонавтов». Предпосылки для этого присутствуют в самой природе производственно-потребительских систем, к которым сегодня движется мир. Не случайно, экономическую систему «Индустрии 4.0» многие исследователи называют «циркуляционной или циркулярной (circular)» экономикой.

Крис Дедикот, старший вице-президент компании Cisco обращает внимание на экологические возможности технического прогресса: «В циркулярной экономике каж-

дый продукт будет иметь свою метку, которая покажет источник ресурсов, технологию производства, вид энергии использованный для этого, пр.

...Полученная на основе данных информация даёт возможность предприятиям, городам и странам более эффективно восстанавливать и перерабатывать соответствующие ресурсы» (Dedicoat, 2016).

Сегодня отдельные элементы *интернета вещей* используются только в наиболее богатых и продвинутых странах (Япония, США, Европа, Китай). Однако мир неуклонно будет продвигаться к его повсеместной реализации по мере того, как будут исчезать бюрократические, технические, социальные и экономические барьеры для этого.

Между тем, Четвёртая промышленная революция может принести человечеству не только неоспоримые преимущества (в том числе, и упомянутые нами выше), но и серьезные угрозы. Главные из них лежат в социальной сфере и связаны с тем, что человек может вытесняться на периферию экономической жизни, где ему будет отведена роль замыкающего звена производственно-потребительской цепочки, пусть даже и наделённого для этого достаточными средствами.

Не случайно, один из главных пропагандистов «Индустрии 4.0» Клаус Шваб на известном Давосском экономическом форуме 2016 года сказал: «Никогда ещё не было времени, которые бы несло столь большие обещания (promise) либо столь большие угрозы (peril)» (9 quotes, 2016).

В этих условиях от стагнации человечество может спасти только его коллективный разум, способный снизить производственную занятость человека (в том числе, связанное с возможной потерей работы) превратить в средство его *социального (личностного) развития*. Собственно, в этом и состоит основная цель сестейнового развития, провозглашённого уже более двадцати лет назад на историческом Саммите в Рио-де-Жанейро.

Вопросы для самоподготовки

1. Когда впервые официально заявили о Четвертой промышленной революции? Как ее отличительные особенности были выделены?
2. В чем суть Четвертой промышленной революции? Какие базовые технологии лежат в ее основе?
3. Какие инструменты применяют сегодня для стимулирования перехода к Четвертой промышленной революции? Какая страна является лидером по разработке и внедрению технологий Четвертой промышленной революции?
4. Что такое киберфизические системы? Какую роль они выполняют в новой экономике?
5. Какие функции будут выполнять киберфизические системы без участия человека? В чем, по вашему, преимущества и недостатки функционирования киберфизических систем?
6. В чем заключаются преимущества «Интернета вещей» на практике? Как это помогает экономить средства и время?
7. Какие условия должны обеспечиваться для реализации самоорганизации технико-экономических систем?

8. Какой вклад внесла каждая промышленная революция в обеспечение самоорганизации технико-экономических систем?
9. Какое условие должно выполняться, чтобы феномен «Индустрия 4.0» стал действительно промышленной революцией?
10. Какую роль выполняет диджитализация и облачные технологии для обеспечения коммуникации технических устройств?
11. В чем суть концепции «Интернет вещей»? На какие сферы она распространяется?
12. Какие виды коммуникационных интерфейсов может сгенерировать или развить Четвертая промышленная революция?
13. Как могут совершенствоваться экологические возможности благодаря Четвертой промышленной революции?

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* (из-

меняют 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] / И. Агамирзян. – Режим доступа : <http://slon.ru/biz/1009644/> (актуально на 1.11.2015).
2. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования / Д. Белл ; пер. с англ. – М. : Academia, 1999. – 956 с.
3. Бобровский П. П. Место и роль эволюционной идеи в биологии (логико-методологический аспект) / П. П. Бобровский, В. М. Захаров. – К. : Издательское объединение «Высшая школа», изд-во при Киевском ун-те, 1973. – 180 с.
4. Бобылёв, С. Н. Зеленая экономика и модернизация. Серия «На пути к устойчивому развитию России» / С. Н. Бобылёв. – 2012. – № 60. – 90 с.
5. В Стэнфорде создали аккумулятор для гаджетов и электромобилей, заряжающийся за минуту [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://idtech.biz/news/item.php?131584&view=full> (актуально на 1.02.2016).
6. В США разработали инновационную электростанцию, работающую от ветра [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://zelenet.com/amerikancy-razrabotali-innovacionnuyu-energogeneriruyushhuyu-stanciyu-rabotayushhuyu-ot-vetra/13043/> (актуально на 1.03.2016).
7. Вайцеккер Э. Фактор пять. Формула устойчивого развития. Доклад Римского клубу / Э. Вайцеккер, К. Харгроуз, М. Смит ; пер. с англ. – М. : АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2013. – 368 с.
8. Вайцеккер Э. Фактор четыре. Затрат – половина, задача двойная. Новый доклад Римского клубу / Э. Вайцеккер, Э. Ловинс, Л. Ловинс ; пер. с англ. – М. : Academia, 2000. – 400 с.
9. Возможна ли новая научно-техническая революция? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://polymus.ru/ru/>

pop-science/video/vozmozhna-li-novaya-nauchno-tehnicheskaya-revolyuetsiya/ (актуально на 20.12.2015).

10. 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 (актуально на 10.10.2015).

11. Вторая промышленная революция. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://ru.wikipedia.org/wiki/Вторая_промышленная_революция (актуально на 1.03.2016).

12. Горина А. Новый 3D-принтер работает с рекордным количеством материалов. Вести. ru. 25 августа 2015 [Электронный ресурс] / А. Горина. – Режим доступа : <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2656537> (актуально на 1.11.2015).

13. 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).

14. Груман Г. Многоликий Интернет вещей [Электронный ресурс] / Г. Груман. – Режим доступа : <http://www.osp.ru/cio/2014/09/13042516/> (актуально на 01.03.2016).

15. Дейлі Г. Поза зростанням. Економічна теорія сталого розвитку / Герман Дейлі ; пер. з англ. – К. : Інтелсфера, 2002. – 312 с.

16. 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-vykopnohopalyva-do-2050/> (актуально на 20.12.2015).

17. Доронин Ф. А. Разработаны чернила для 3D-биопринтера на основе наноцеллюлозы. Нанометр. Нанотехнологическое сообщество. 05 июля 2015 [Электронный ресурс] / Ф. А. Доронин. – Режим доступа : http://www.nanometer.ru/2015/07/05/drevesnaa_celluloza_464765.html (актуально на 1.11.2015).

18. Ерёмина Н. Третья промышленная революция. Экономика роста [Электронный ресурс] / Н. Ерёмина. – Режим доступа : http://www.gazeta.ru/growth/2015/05/12_a_6683125.shtml (актуально на 1.10.2015).

19. 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 1.11.2015).

20. Загорская Д. Осы вдохновили инженеров на 3D-печатать домов из грязи и глины. Вести. ru. 24 сентября 2015 [Электронный ресурс] / Д. Загорская. – Режим доступа : <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2667910> (актуально на 1.11.2015).

21. Загорская Д. Цельный 3D-принтер обещает стоить не больше холодильника. Вести. ru. 7 апреля 2015 [Электронный ресурс] / Д. Загорская. – Режим доступа : <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2485308> (актуально на 1.11.2015) (а).

22. Загорский И. На смену трехмерной печати приходит четырехмерная. Вести. ru. 22 декабря 2014. [Электронный ресурс] / И. Загорский. – Режим доступа : <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2220106&tid=108002> (актуально на 1.12.2015).

23. Ильченко Л. Во Франции установили дерево, которое вырабатывает электроэнергию [Электронный ресурс] / Л. Ильченко. – Режим доступа : <http://creativpodiya.com/posts/46286> (актуально на 1.10.2015).

24. Интернет вещей. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет_вещей (актуально на 01.03.2016).

25. Интернет. Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет> (актуально на 1.11.2015).

26. Капица С. П. Парадоксы роста: Законы развития человечества / С. П. Капица. – М : Альпина нон-фикши, 2010. – 192 с.

27. Комиссаров А. Четвёртая промышленная революция [Электронный ресурс] / А. Комиссаров. – Режим доступа : <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2015/10/14/612719-promishlennaya-revoljutsiya> (актуально на 01.03.2016).

28. Конференции Рио по устойчивому развитию 1992-2012 [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://www.globosfera.info>. (Актуально на 1.11.2016).

29. Краснянский М. Е. Третья промышленная революция [Электронный ресурс] / М. Е. Краснянский . – Режим доступа : <http://www.krasnyanskyu.com/home/tretya-promyshlennaya-revoljutsiya.html> (актуально на 1.11.2015).

30. Купить электромобиль [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ecoist.com.ua/electrotransport/electromobili.html> (актуально на 1.06.2015).

31. Литвинова А. Создано энергетическое «дерево» для подзарядки гаджетов [Электронный ресурс] / А. Литвинова. – Режим доступа : <http://www.3dnews.ru/909826> (актуально на 10.10.2015).

32. Лищук А. В. Нидерландах появилась первая в мире солнечная велодорожка [Электронный ресурс] / А. В. Лищук. – Режим доступа : http://ru.golos.ua/suspilstvo/14_10_31_v_niderlandah_poyavilas_pervaya_v_mire_solnechnaya_velodorojka (актуально на 1.11.2015).

33. Мельник Л. Г. Теория развития систем: монография. – Сумы: Университетская книга, 2016. – 416 с.

34. Мельник Л.Г. Теория развития систем : монография / Л.Г. Мельник. – Саарбрюкен, Германия : Palmarium Academic Publishing, 2016. – 528 с.

35. Мельник Л.Г. Экономические проблемы воспроизводства природной среды. – Харьков: Вища школа, Изд-во при ХГУ, 1988. – 159 с.

36. 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 1.10.2015).

37. Назаров Д. Четвёртая промышленная революция: Интернет вещей, циркулярная экономика и блокчейн [Электронный ресурс] / Д. Назаров. – Режим доступа : <http://www.furfur.me/furfur/changes/changes/216447-4-aya-promyshlennaya-revolyuetsiya> (актуально на 01.03.2016).

38. 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 1.03.2016).

39. Облачные технологии для земных пользователей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.tatcenter.ru/online/88/> (актуально на 1.03.2016).

40. 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 1.03.2016).

41. Одессер С. Атомная энергетика европейских стран // Экономика и финансы. – 12.05.2015. – С. 20-21.

42. Омель Ю. Третья промышленная революция и перспективы Украины (для «Хвилі») [Электронный ресурс] / Ю. Омель. – Режим доступа : <http://hvylya.net/analytics/economics/tretya-promyishlennaya-revolyuetsiya-i-perspektivyi-ukrainyi.html> (актуально на 1.10.2015).

43. 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-kontsu-goda-prevyisit-7-milliardov-chelovek.html> (актуально на 1.03.2016).

44. 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 1.11.2015).

45. Оптическое волокно [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическое_волокно (актуально на 10.10.2015).
46. Перелет Р. А. «Зелёная» экономика в ЕС : Политика и практика [Электронный ресурс] / Р. А. Перелет. – Режим доступа : www.wescoor-project.org – Заголовок с экрана (актуально на 1.06.2015).
47. Пильцер П. Безграничное богатство. Теория и практика «экономической алхимии» / П. Пильцер // Новая постиндустриальная волна на Западе. Анатомия ; под ред. В. Л. Иноземцева. – М. : Academia, 1999. – С. 401–428.
48. Пользователи Интернета в мире [Электронный ресурс] – Режим доступа : http://www.bizhit.ru/index/polzovateli_interneta_v_mire/0-404 (актуально на 01.03.2016).
49. Программа действий. Повестка дня на 21 век и другие документы Конференции в Рио-де-Жанейро в популярном изложении. – Женева : Центр «За наше общее будущее», 1993. – 70 с.
50. Промышленная революция. Википедия [Электронный ресурс] – Режим доступа : https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Промышленная_революция (актуально на 1.13.2016).
51. Разработан новый полимерный материал для хранения солнечного тепла [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://tesiaes.ru/?p=15061> (актуально на 1.03.2016).
52. Разработана дешёвая система получения водородного топлива [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://lenta.ru/news/2014/09/25/perovskisolar/> (актуально на 01.03.2016).
53. Реймерс Н. Ф. Природопользование : словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1990. – 637 с.
54. Реймерс Н. Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н. Ф. Реймерс. – М. : Газета «Россия молодая». – 1994. – 367 с.
55. «Рио +20»: результаты и перспективы процесса. International Centre for Trade and Development. 07.08.2012

[Электронный ресурс]. - Режим доступа : www.ictsd.org (доступно на 01.11.2016).

56. Рио-де-Жанейро – Йоганнесбург : паростки ноосферогенезу і відповідальність за майбутнє / В.Я. Шевчук, Г.О. Білявський, Ю.М. Саталкін та ін. – К. : Геопринт, 2002. – 118 с.

57. Самойлов А. Третья индустриальная революция. Выступление в Witbox Maker School 18.06.2014 г. [Электронный ресурс] / А. Самойлов. – Режим доступа : <https://www.youtube.com/watch?v=vqluJ0NGZuU> (актуально на 1.11.2015).

58. Сетевая инфраструктура для Интернета вещей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.cisco.com/web/KZ/about/news/2015/11/26_4.html (актуально на 01.03.2016).

59. 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 1.03.2016).

60. Сотник І. М. Тенденції і проблеми управління дематеріалізацією виробництва й споживання / І. М. Сотник // Актуальні проблеми економіки. – 2012. – № 8. – С. 62–67.

61. Социально-экономические проблемы информационного общества ; под ред. д.э.н., проф. Л.Г. Мельника. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2005. – 430 с.

62. Тенденции на рынке биогаза в Европе [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.biowatt.com.ua/analitika/tendentsii-na-rynke-biogaza-v-evrope/> (актуально на 01.03.2016).

63. Толмачёв О. Что такое конвергенция? // Сети и бизнес. – №4. – 2005. [Электронный ресурс] / О. Толмачёв. – 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).

64. Тоффлер Э. Третья волна / Э. Тоффлер. – М. : Издательство АТС, 1999. – 784 с.

65. Турлікьян Т. У 2015 році 42% всіх енергопотреб Данії були забезпечені енергією вітру [Електронний ресурс] / Т. Турлікьян. – Режим доступу: <http://ecotown.com.ua/news/U-2015-rotsi-42-vsikh-enerhopotreb-Daniyi-buly-zabezpecheni-enerhiyeu-vitru/> (доступно на 1.10.2016).

66. Турлікьян Т. (а) Нові батареї від Samsung дозволять електромобілю проїхати 600 км на одному заряді [Електронний ресурс] / Т. Турлікьян. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/Novi-batareyi-vid-Samsung-dozvolyayut-elektromobilyam-proyikhaty-600-km-na-odnomu-zaryadi/> (актуально на 01.03.2016).

67. Турлікьян Т. (б) У США кількість працівників "сонячної" сфери вперше перевищила нафтову промисловість [Електронний ресурс] / Т. Турлікьян. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/U-SSHA-kilkist-pratsivnykiv-sonyachnoyi-sfery-vpershe-perevishchyla-naftovu-promyslovist/> (актуально на 01.03.2016).

68. Турлікьян Т. Вітряні станції в сукупній потужності вперше перевищили АЕС [Електронний ресурс] / Т. Турлікьян. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/Vitryani-stantsiyi-v-sukupniy-potuzhnosti-vpershe-perevershyly-pokaznyky-roboty-AES/> (актуально на 01.03.2016).

69. Федосенко Н. (а) У США працює інноваційна цілодобова сонячна електростанція [Електронний ресурс] / Н. Федосенко. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/U-SSHA-pratsuyue-innovatsiyna-tsilodobova-sonyachna-elektrostantsiya/> (актуально на 1.03.2016).

70. 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 1.03.2016).

71. Фесенко Н. В Чилі зафіксована рекордно низька ціна на сонячну енергію – вдвічі нижча за вугільну [Електронний ре-

сурс] / Н. Фесенко. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/V-SHyli-zafiksovana-rekordno-nyzka-tsina-na-sonyachnu-enerhiyu-vdvichi-nyzhcha-za-vuhilnu/> (доступно на 1.10.2016).

72. Хель И. Индустрия 4.0: Что такое Четвёртая промышленная революция? [Электронный ресурс] / И. Хель. – Режим доступа : <http://hi-news.ru/business-analitics/industriya-4-0-chno-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revolyuciya.html> (актуально на 01.03.2016).

73. Хенс Л. Методы оценки показателей устойчивого развития / Л. Хенс, К. Флаэминк // Социально-устойчивый потенциал устойчивого развития : учебник ; под ред. Л. Г. Мельника, Л. Хенса. – Сумы : Университетская книга, 2007, – С. 231–257.

74. Четвёртая революция: Интернет вещей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ncca.ru/file?Files&141> (актуально на 01.03.2016).

75. Щедровицкий П. Г. Третья промышленная революция. Выступление на XIX межрегиональной тьюторской конференции, 28.10.2014 [Электронный ресурс] / П. Г. Щедровицкий. – Режим доступа : <https://www.youtube.com/watch?v=4a4qwUPJTik> (актуально на 1.03.2016).

76. 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 1.06.2015).

77. Яковлева Н. (б) Schneider Electric розробили "розумну" систему накопичення енергії EcoBlade [Електронний ресурс] / Н. Яковлева. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/Schneider-Electric-rozrobyla-rozumnu-systemu-nakopychennya-enerhiyi-EcoBlade/> (актуально на 01.03.2016).

78. Яковлева Н. (а) У 2015 році світ зменшив споживання вугілля на 47 млн тон. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ecotown.com.ua/news/U-2015-rotsi-svit-zmenshyv-spozhyvannya-vuhillya-na-47-mln-tonn-/> (Актуально на 1.03.2016)

79. 2015 United Nations Climate Change Conference – Wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://en.m.wikipedia> (доступно на 01.11.2016).

80. 9 quotes that sum up the Fourth Industrial Revolution [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.weforum.org/agenda/2016/01/9-quotes-that-sum-up-the-fourth-industrial-revolution> (актуально на 01.03.2016).

81. Bloen J. The Fourth Industrial Revolution Things to Tighten the Link Peltween IT and OT / J. Bloem, M. van Doorn, S. Duivestein, D. Excoffier, Maas, E. van Ommeren. – Groningen: Sogeti VINT, 2014. – 40 p.

82. Boulding K. E. The economics of the coming Spaceship Earth / K. E. Boulding // Classics in environmental studies. An overview of classic texts in environmental studies / Editors: N. Nelisse, J. Van Den Straaten and L. Klinkers. – Amsterdam, the Netherland, 1997. – P. 218–228.

83. Dediccoat C. Circular economy: what it mean, how to get there [Electronic resource] / C. Dediccoat. – Access mode : <http://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-importance-of-a-circular-economy> (актуально на 01.03.2016).

84. Denmark Just Produced 140% of its Electricity Needs with Renewable Wind Power. Earth we are on. News. July 17.2015. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ewao.com/a/1-denmark-just-produced-140-of-its-electricity-needs-with-renewable-wind-power/> (accessed on 1.11.2015).

85. Galbraith J.K. The New Industrial State. NY, 1967. –327 p.

86. Global Footprint Network. Ecological Wealth of Nations [Electronic resource]. – Access mode :/ www.footprintnetwork.org (accessible on 1.10.2016).

87. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution [Electronic resource] / K. Schwab. – Access mode : <http://www.weforum.org/pages/the-fourth-industrial-revolution-by-Klaus-Schwab> (актуально на 01.03.2016).

88. Shahan Z. 10 Solar Energy Facts & Charts You (& Everyone) should know [Electronic resource] / Z. Shahan. – Access mode: <https://cleantechnica.com/2016/08/17/10-solar-energy-facts-charts-everyone-know/> (accessible on 1.10.2016).

89. Solar and Wind Just Passed Another Big Turning Point [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-10-06/solar-wind-reach-a-big-renewables-turning-point-bnef> (актуально на 10.03.2016).

90. Solar Power. Clean Technica [Electronic resource]. – Access mode : <http://cleantechnica.com/solar-power/> (актуально на 01.03.2016).

91. The Fourth Industrial Revolution. Things to Tighten the Link Between IT and OT. [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.linkedin.com/pulse/fourth-industrial-revolution-things-tighten-link-ot-maximiliano?trkSplashRedir=true&forceNoSplash=true> (актуально на 01.03.2016).

92. United National Environment Programme, UNEP (1972). Stockholm 1972 – Declaration of the United Nations Conference on the Human multilingual. Last consulted on January 10th, 2007.

93. World leaders adopt Sustainable Development Goals. Sept. 25, 2015 2012 [Электронный ресурс]. - Режим доступа : www.undp.org (доступно на 01.11.2016).

Навчальне видання

Промислові революції
(російською мовою)

Навчальний посібник

Друкується в авторській редакції

Художнє оформлення О.М. Маценко
Комп'ютерна верстка Ю.М. Завдов'єва

Підписано до друку
Формат 60x84 ¹/₁₆. Папір офсетний.
Друк цифровий. Ум. друк. ар. 9,3. Обл.-вид. арк. 4,6.
Тираж 300 прим. Замовлення №

Відділ реалізації
Тел./факс: (0542)65-75-85
E-mail: info@book.sumy.ua

ТОВ «ВТД «Університетська книга»
40009, м. Суми, вул. Комсомольська, 27
E-mail: publish@book.sumy.ua
www.book.sumy.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 489 від 18.06.2001

Віддруковано на обладнанні «ВТД «Університетська книга»
вул. Комсомольська, 27, м. Суми, 40009, Україна
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 489 від 18.06.2001