

---

---

А. Л. ГРИНИН, Л. Е. ГРИНИН

## **КИБЕРНЕТИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ И ИСТОРИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС (ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО В СВЕТЕ ТЕОРИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕВОЛЮЦИЙ)**

*В статье на базе анализа технологических изменений, которые произошли во второй половине XX и в начале XXI в., опираясь на возможности теории производственных революций, подробно исследуется последняя производственная революция, которая названа кибернетической, и даются прогнозы о ее развитии в ближайшие пятьдесят лет. Показано, что основное направление этой революции будет заключаться в развитии разнообразных самоуправляемых систем, а первоначальный переход к началу завершающей фазы кибернетической революции начнется в области медицины (в каких-то ее инновационных областях). В дальнейшем начнется конвергенция инновационных технологий, которые образуют комплекс МБНРИК-технологий (то есть комплекс на базе медицины, био-и нанотехнологий, робототехники, информационных и когнитивных технологий, названный по первым буквам данных технологий). На примере развития в будущем медицинских технологий, которые включают в себя достижения других инновационных технологий, анализируются будущие прорывы и в аспекте развития самоуправляемых систем и роста их способности к выбору оптимальных режимов функционирования, а также других характеристик кибернетической революции (экономию ресурсов и энергии, миниатюризации, индивидуализации).*

**Ключевые слова:** *информационные технологии, производственная революция, кибернетическая революция, самоуправляемые системы, киборгизация, медицина, биотехнология, нанотехнология, геновая инженерия, миниатюризация, индивидуализация.*

### **Вводные замечания**

Среди важнейших движущих сил исторического процесса смена технологий занимает особое место. Именно благодаря ей исторический процесс имеет тенденцию к ускорению.

*Философия и общество, № 1 2015 17–47*

Настоящая статья развивает идеи авторов, которые в разное время, в том числе и на страницах журнала предоставлялись вниманию читателя<sup>1</sup>. В целом она исходит из нашей теории принципов производства и производственных революций и посвящена анализу последней производственной революции – кибернетической, а также рассмотрению изменений, происходивших в ее ходе, начиная с 1950-х гг. Особое внимание в статье уделено тем изменениям, которые с высокой долей вероятности произойдут в результате кибернетической революции в ближайшие 30–60 лет.

## **Раздел 1. КИБЕРНЕТИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ: ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОБОСНОВАНИЕ, МЕТОДОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ**

### **1.1. Основные идеи и выводы теории производственных революций**

Согласно нашей концепции, весь исторический процесс с точки зрения коренных технологических изменений можно разделить на четыре крупных периода. В качестве понятия, которое бы характеризовало такие технологические эпохи, нами был предложен термин *принцип производства*. Мы выделяем четыре принципа производства:

1. Охотничье-собирательский.
2. Аграрно-ремесленный.
3. Промышленно-торговый.
4. Научно-кибернетический.

Смена принципов производства связана с началом и совершением производственных революций. Речь идет об: 1) аграрной революции; 2) промышленной революции; 3) кибернетической революции (см. рис. 1).

---

<sup>1</sup> См.: Гринин Л. Е. Формации и цивилизации. – Гл. 9 // Философия и общество. – 2000. – № 1. – С. 5–73; № 2. – С. 5–43; № 3. – С. 5–49; Его же. Производительные силы и исторический процесс. – 3-е изд. – М.: КомКнига/URSS, 2006; Его же. Государство и исторический процесс: Политический срез исторического процесса. – М.: ЛИБРОКОМ/URSS, 2009; Гринин Л. Е., Кортаев А. В. Социальная макроэволюция: Генезис и трансформации Мир-Системы. – 2-е изд. – М.: ЛИБРОКОМ, 2013; Гринин А. Л., Гринин Л. Е. Кибернетическая революция и грядущие технологические трансформации (развитие ведущих технологий в свете теории производственных революций) // Эволюция Земли, жизни, общества, разума / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Кортаев, А. В. Марков. – Волгоград: Учитель, 2013. – С. 167–239.

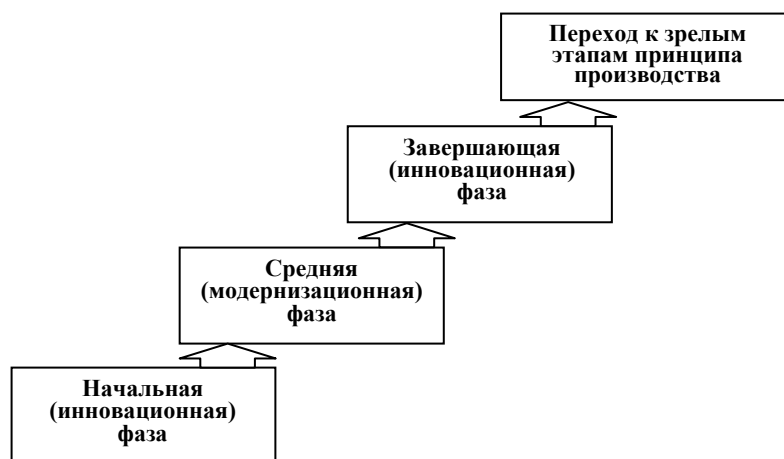


**Рис. 1.** Производственные революции в истории

Каждая производственная революция включает в себя три фазы: две *инновационные* (начальную и завершающую) и одну среднюю, располагающуюся между инновационными, – *модернизационную* (см. рис. 2).

На начальной *инновационной* фазе формируются авангардные технологии, распространяющиеся затем на другие общества и территории. Возникает первичная система нового принципа производства, которая длительное время сосуществует со старыми технологиями. Затем начинается средняя *модернизационная* фаза – длительный и очень важный период распространения, обогащения, диверсификации новых технологий принципа производства (появившихся на начальной инновационной фазе), период улучшающих изобретений, в ходе которого создаются условия для завершающего инновационного рывка.

В результате завершающей *инновационной* фазы производственной революции новый принцип производства достигает расцвета. По мере того как разворачивается завершающая фаза производственной революции, открывается как бы «смысл» принципа производства, а также его возможности и пределы, решительно расширяются его географические рамки за счет новых обществ.



**Рис. 2.** Структура производственных революций (фазы и их типы)

Напомним, что в результате аграрной революции сначала (X–VII тыс. до н. э.) возникли примитивные земледелие (ручное) и скотоводство, а затем (начиная с III тыс. до н. э.) произошел переход к интенсивному земледелию (ирригационному или плужному неpolливному). Эти изменения также представлены в табл. 1.

**Таблица 1.** Фазы аграрной революции

Порядок фазы	Тип	Название <sup>2</sup>	Даты	Изменения
1	2	3	4	5
Начальная	Инновационная	Ручного земледелия	12–9 тыс. л. н.	Переход к примитивному ручному (мотыжному) земледелию и скотоводству
Средняя	Модернизационная	Без названия	9–5,5 тыс. л. н.	Появление новых одомашненных растений и животных, создание комплексного сельского

<sup>2</sup> В этой и следующей таблицах названия даны только инновационным фазам, для модернизационных фаз специального названия не требуется.

Окончание табл. 1

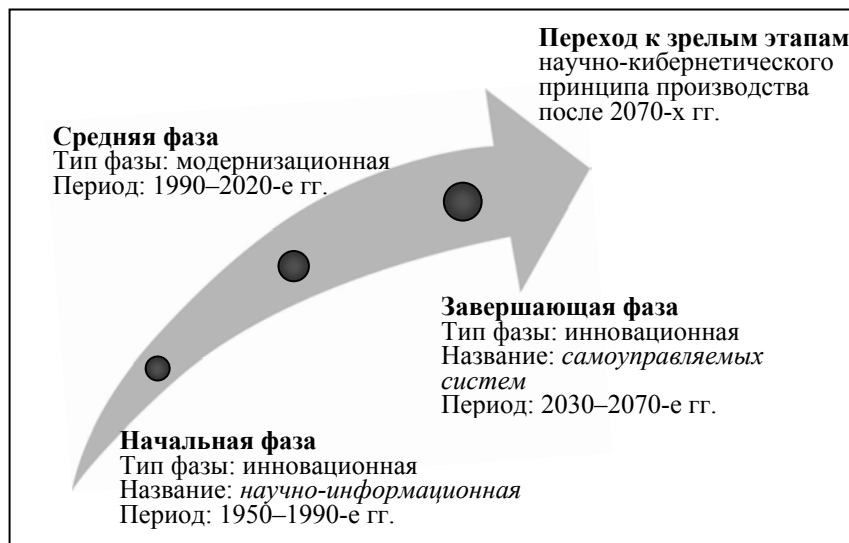
1	2	3	4	5
				хозяйства, появление полного набора сельскохозяйственных инструментов
Завершающая	Инновационная	Поливного и плужного земледелия	5,5–3,5 тыс. л. н.	Переход к ирригационному или плужному неполивному земледелию

В ходе промышленной революции в XV–XVI вв. произошли коренные перемены в развитии мореплавания и торговли, а также в механизации на основе водяного двигателя и разделения труда. Затем в XVIII – первой трети XIX в. произошла замена ручного труда машинным, а водной и мускульной энергии – паровой. Эти изменения также представлены в табл. 2.

Таблица 2. Фазы промышленной революции

Порядок фазы	Тип	Название	Даты	Изменения
Начальная	Инновационная	Мануфактурная	XV–XVI вв.	Развитие мореплавания, техники и механизации на основе водяного двигателя, развитие мануфактуры на основе разделения труда и механизации
Средняя	Модернизационная	Без названия	XVII – начало XVIII в.	Формирование комплексного промышленного сектора и капиталистического хозяйства, рост механизации и масштабов разделения труда
Завершающая	Инновационная	Машинная	1730–1830-е гг.	Создание секторов с машинным циклом производства с применением паровой энергии

Начальная фаза кибернетической революции (1950–1990-е гг.) связана с прорывами в автоматизации, энергетике, в области синтетических материалов, но особенно в создании электронных средств управления, связи и информации. В настоящий момент кибернетическая революция находится на средней модернизационной фазе, во время которой происходит одновременно мощное распространение всех предшествующих достижений и их существенное улучшение. Также готовятся технологические и общественные условия для будущего рывка. Завершающая фаза, по нашим расчетам, может начаться в ближайшие десятилетия – в 2030–2040-е гг. Эта фаза революции названа нами «эпохой самоуправляемых систем» (объяснение дано ниже). Она продлится до 2070-х гг. Схема кибернетической революции представлена на рис. 3.



**Рис. 3.** Фазы кибернетической революции

## 1.2. Основные характеристики кибернетической революции

Мы выделили основные характеристики кибернетической революции (и отдельно характеристики ее технологий), которые уже проявили себя на начальной и средней ее фазах, но в более зрелом виде проявятся на ее завершающей фазе.

### **Важнейшие характеристики и тренды кибернетической революции**

1. Рост объемов информации и усложнение систем ее анализа (включая способность систем к самостоятельной коммуникации и интерактивности);
2. Постоянное развитие систем управления и самоуправления;
3. Массовое использование искусственных материалов с новыми свойствами;
4. Рост степени управляемости: а) процессами разной природы (включая живое вещество), б) новыми уровнями организации материи (молекулярным, атомным и субатомным);
5. Миниатюризация и микроминиатюризация;
6. Экономия ресурсов, энергии и труда в любой области;
7. Использование все более «умных» технологий и тенденция к очеловечению их функционала (использование обычного языка, голоса и т. п.);
8. Использование самоуправляемых систем для контроля над индивидом и социальными процессами.

### **Характеристики технологий кибернетической революции**

1. Преобразование и анализ информации как неотъемлемая часть технологий;
2. Рост взаимодействия технологических систем с окружающей средой;
3. Тенденция к автономизации и автоматизации управления, рост управляемости и самоуправления систем;
4. Способность материалов и технологий адаптироваться к задачам и условиям (умные технологии и материалы);
5. Масштабный синтез материалов и характеристик систем разной природы (например, живой и неживой).
6. Объединение в одной системе техники (машин и оборудования) и технологии (знаний о процессе, ноу-хау) в одну единую технико-технологическую систему.
7. Самоуправляемые системы станут ведущим звеном технологического процесса.

**Почему текущая производственная революция названа кибернетической?** Теория производственных революций исходит из того, что смысл таких революций наиболее отчетливо обозначается только в ходе завершающей фазы. В начальной фазе ретроспективно угадываются будущие черты, но они еще не составляют ясной системы. Таким образом, название, которое мы дали для третьей производственной революции, опирается на наши предположения о том, какой будет ее завершающая фаза. Мы полагаем, что *главным в ней будет широкое использование в технологиях принципа автономности в управлении различных систем, которые в итоге превратятся в самоуправляемые системы. При этом в системах нового типа произойдет соединение характеристик живой материи и технологических принципов.* Мы назвали данную революцию **кибернетической**, поскольку в ее результате произойдет переход к широкому использованию самоуправляемых систем. А анализ этих систем может опираться на идеи кибернетики как науки об управлении различными очень сложными управляемыми системами благодаря приему, трансформации и передаче информации<sup>3</sup>. Кибернетика также может определяться как наука об общих законах получения, хранения, передачи информации в сложных управляющих системах. В любом случае понятия управления и информации – важнейшие для нее, управление не может осуществляться иначе как через преобразование информации. В кибернетической революции важнейшими становятся технологии, связанные с обработкой информации и все более сложными системами управления. Вот почему изменения в информационных технологиях логично рассматривать как начальную фазу кибернетической революции,

<sup>3</sup> См.: Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. – М.: Наука; Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983; Бир С. Кибернетика и управление производством. – М., 1965; Эшби У. Р. Принципы самоорганизации. – М., 1966; Principles of Self-organization / Ed. by H. von Foerster, G. Zopf. – New York: Pergamon Press, 1962; Umpleby S. A., Dent E. B. The Origins and Proposes of Several Traditions in Systems Theory and Cybernetics // Cybernetics and Systems: An International Journal. – Vol. 30. – Pp. 79–103; Теслер Г. С. Новая кибернетика. – Киев: Логос, 2004.

Кибернетика также часто определяется как наука об информации, но сама информация при этом рассматривается как нечто, с помощью чего осуществляется процесс управления. Например, кибернетика может определяться как наука об общих законах получения, хранения, передачи информации в сложных управляющих системах (см.: Энциклопедия кибернетики. – Т. 1. – Киев: Главная редакция Украинской советской энциклопедии, 1975. – С. 12).



так как информационные технологии – это фундамент для перехода к управляющим технологиям. Управляемость и самоуправляемость (как высшая форма управляемости) в системах также являются важнейшими категориями, которыми оперирует кибернетика.

**Что такое самоуправляемость и самоуправляемые системы?** *Итак, главной чертой кибернетической революции является переход к созданию и широчайшему распространению особого рода систем, управляемых и самоуправляемых. Поэтому завершающую (грядущую) фазу кибернетической революции мы назвали эпохой самоуправляемых систем.*

*Управляемость» в указанном смысле означает высокий уровень управления, а именно управление не непосредственно человеком, а через неодушевленную систему или подсистему управления (техническую или иную). Фактически такого рода управляемые системы должны обладать значительной степенью автономии. Подобно тому как даже примитивная машина отличается от механического приспособления, так и управляемость автономными системами отличается от управляемости с помощью людей или примитивных приспособлений. Высшая степень управляемости будет обозначаться как **самоуправляемость**. Самоуправляемыми мы называем системы, которые могут регулировать свою деятельность самостоятельно, отвечая благодаря соответствующим встроенным программам и интеллектуальным (и иным) компонентам на изменения окружающей среды и самостоятельно принимая решения (либо предлагая их на выбор) в значительном спектре вариаций. Это системы, которые, соответственно, действуют при минимальном вмешательстве человека или полном его отсутствии<sup>4</sup>.*

В целом речь идет о типе управления за счет технологий, позволяющих системам: а) работать все больше времени без постоянного участия человека как части управления; б) иметь все более полную возможность самостоятельно реагировать на изменения и принятия оперативных решений (в дальнейшем и ответственных решений); в) саморегулироваться и самонастраиваться. Иными словами, с помощью особых технологий можно позволить нужным процессам

---

<sup>4</sup> Связь с окружающей средой и «выбор» того или иного «решения» системой на основании изменения среды также являются важнейшими идеями кибернетики.

идти самостоятельно, вмешиваясь лишь в случае неожиданных отклонений их от заданных параметров либо для очень значимых перенастроек параметров (при этом, конечно, должен предусматриваться сигнал об изменении параметров и запрос на разрешение их изменить, либо будет предложен спектр возможных реакций на выбор). Подчеркнем, что речь идет не только о технических, но и о биологических, смешанных или действующих с помощью иных сил систем.

Уже сегодня существует множество саморегулируемых систем, таких как искусственные спутники Земли, беспилотные самолеты, навигаторы, которые способны проложить маршрут, и водителю остается только управлять автомобилем. Жизнеобеспечивающие системы (такие как аппарат искусственного дыхания или искусственное сердце) могут регулировать целый ряд параметров, выбирать наиболее подходящий режим и определять критические ситуации. Имеются также специальные программы, которые могут определять ценность акций и других ценных бумаг, реагировать на изменение их цены, самостоятельно покупать и продавать их, совершать в день тысячи операций и фиксировать прибыль. И это лишь немногие примеры среди уже существующего множества самоуправляемых систем. Но в большинстве случаев они имеют техническую или информационную природу (как промышленные роботы или компьютерные программы). В течение завершающей фазы кибернетической революции появится множество самоуправляемых систем, связанных с биологией и бионикой, генетикой и медициной, сельским хозяйством и окружающей средой, нано- и биотехнологиями. Число и сложность таких систем, а равно автономность их работы возрастут на порядки. Сама человеческая жизнь будет все более организована через такие саморегулируемые системы (подстраиваться под них). Кроме того, они окажутся способными существенно экономить потребление энергии и ресурсов.

Сегодня имеется множество так называемых «умных» технологий и вещей, которые соответствующим и достаточно гибким образом реагируют на внешние воздействия. Простым, но наглядным примером может быть матрас или подушка, которые принимают (или запоминают) форму тела (головы) пользователя; другой при-

мер – очки-хамелеоны, стекла которых меняют силу солнцезащиты в зависимости от яркости солнечного света. Однако здесь, как и в автоматических системах типа открывающихся и закрывающихся самостоятельно дверей, включающих и выключающих свет электроприборов и т. п., используются только элементы саморегуляции (или самоуправляемости в более сложных вещах). В самоуправляемых системах должны идти процессы распознавания, запоминания и выбора режима в гораздо более широкой амплитуде, это часто будет выбор в рамках неопределенных возможностей. Можно сказать, что «умные» технологии с элементами саморегуляции имеют амплитуду реакций в рамках заданного спектра. Даже в такой системе, как регулятор температуры (подключенный через Wi-Fi к Интернету), который за определенное время запоминает климатические привычки владельца, амплитуда предпочтений не слишком велика. В то время как для самоуправляемых систем число вариаций в принципе неограниченно, эта система способна выбирать правильную модель действий в любой комбинации в рамках ее возможностей. Возьмем, например, навигатор. Число вариаций до заданного маршрута, которые могут случиться, неограниченно (так как даже при наличии нескольких возможных путей маршрута число вариаций становится огромным). Однако в любой ситуации навигатор должен вывести водителя в правильный пункт из любого места. Здесь степень самоуправляемости можно рассматривать как более высокую, хотя сам прибор не слишком сложен.

**Основные направления кибернетической революции.** Как мы предполагаем, в ходе завершающей фазы кибернетической революции *различные направления развития должны дать эффект системного кластера инноваций, как это всегда бывает в инновационных фазах производственных революций.* Поэтому, если говорить о прогнозах для завершающей фазы кибернетической революции, то, по нашему мнению, в целом *ведущими технологическими направлениями в фазе управляемых систем станут несколько отраслей: медицина, био- и нанотехнологии, робототехника, информационные и когнитивные технологии. Вместе они сформируют сложную систему саморегулируемого производства.* Мы могли бы

обозначить этот комплекс как **МБНРИК-технологии**, по первым буквам перечисленных технологий<sup>5</sup>.

Иной вопрос: в какой отрасли собственно начнется завершающая фаза кибернетической революции? Какая будет первой? Здесь прежде всего надо иметь в виду, что область «прорыва» будет узкой. По аналогии с промышленной революцией (где прорыв начался в узкой отрасли – производство хлопчатобумажных тканей) мы предполагаем, что и кибернетическая революция начнется сначала в одной области – медицине. Точнее даже, это будет не традиционная медицина, а некое новое ответвление в ней. Сегодня уже стали признанными такие термины, как биомедицина, наномедицина, медицинская робототехника и др. Очень вероятно, что этих или подобных им совершенно новых направлениях медицины и начнется прорыв, который, по нашему мнению, пойдет в направлении *попыток существенных коррекций или даже модификаций биологической природы человека*. Наше предположение о том, что первой отраслью будет какая-то новая ветвь медицины, базируется: а) на анализе новейших достижений технологий, б) на ряде демографических и экономических трендов, о которых будет сказано ниже, в) на закономерностях, полученных из теории производственных революций, анализу которых и посвящен следующий раздел.

### **1.3. Логика производственной революции: анализ функциональности и соотношений между этапами**

Напомним, что в основе предложенной концепции производственных революций лежит идея, что в любой производственной революции каждая из трех ее фаз выполняет функционально сходную роль, а соотношения длительности фаз в рамках каждого цикла остаются примерно такими же. Вот почему на основе закономерностей, выявленных в ходе аграрной и промышленной револю-

---

<sup>5</sup> Довольно распространена идея о НРИК-конвергенции (см.: Lynch Z. Neurotechnology and Society 2010–2060 // Annals of the New York Academy of Sciences. – 2004. – Vol. 1031. – Pp. 229–233; Dator J. Alternative Futures for K-Waves // Kondratieff Waves, Warfare and World Security / Ed. by T. C. Devezas. – Amsterdam: IOS Press, 2006. – Pp. 311–317; Акаев А. А. Математические основы инновационно-циклической теории экономического развития Шумпетера – Кондратьева // Кондратьевские волны: аспекты и перспективы / Под ред. А. А. Акаева, Р. С. Гринберга, Л. Е. Гринина, А. В. Коротаева, С. Ю. Малкова. – Волгоград: Учитель, 2012. – С. 110–135). NRIC: *N* – нанотехнологии, *B* – биотехнологии, *I* – информационные технологии, а *C* – когнитивная наука. Однако мы полагаем, что этот комплекс будет шире.

ций, можно сделать предположения: во-первых, о длительности средней (модернизационной) фазы кибернетической революции; во-вторых, о времени начала и приблизительной продолжительности завершающей фазы этой революции; в-третьих, о том, в каких секторах и направлениях будет идти новый технологический прорыв. Таким образом, теория производственных революций дает нам методологию для обоснования прогноза будущих технологических изменений кибернетической революции. Напомним, что начальная инновационная фаза кибернетической революции уже завершилась (1950-е – начало 1990-х гг.), а модернизационная находится примерно посередине своего развития (началась с 1990-х гг. и предположительно завершится в конце 2020–2030-х гг.). Поэтому уже можно сравнить то, что предсказывает теория в отношении каждой фазы производственной революции, с реальностью, а также то, какую роль те или иные технологии могут сыграть в завершающей фазе кибернетической революции.

Для лучшего объяснения такой методологии мы сформулировали ряд функциональных и процессных зависимостей между: а) начальной и завершающей фазами производственной революции; б) начальной и средней фазами; в) средней и завершающей фазами производственных революций. Далее, зная алгоритм того, как процессы, проявившие себя в начальной фазе производственной революции, могут трансформироваться на ее средней и завершающей фазах, на основе исследования начальной и незаконченной средней фазы кибернетической революции мы дали прогнозы о ее развитии в ближайшие десятилетия.

### **1.3.1. Особенности начальной фазы: объединение в систему несистемных тенденций и развитие новых**

На начальной фазе производственной революции:

1. *Получают системное выражение целый ряд тенденций и инноваций, которые являлись несистемными по отношению к предшествующему принципу производства.* Несистемность означает, что по отношению к предшествующему принципу производства эти явления не играли решающей роли и не вытекали из главных его характеристик, в то время как в отношении нового принципа производства роль данных характеристик значительно возрастает.

Рассмотрим это на примере автоматизации, которая в той или иной степени проявлялась в промышленном производстве задолго до начала кибернетической революции. Одна из главных характеристик промышленного принципа производства заключается в том, что производство осуществляется машинами, которыми управляет человек, используя свои органы чувств, силу и квалификацию. Но при этом часть процессов в работе механизмов осуществлялась практически без непосредственного участия человека, то есть автоматически. Однако автоматизация процессов не являлась фундаментальной, то есть обязательной характеристикой промышленного принципа производства, а была своего рода его дополнительным бонусом. В начале XX в. автоматизация стала очень активно развиваться (например, в электротехнике для предотвращения аварий, в двигателях – для совершенствования управления и т. п.). Но и тогда она не получила решающего значения, поскольку еще не использовалась для автоматизации технологических процессов в целом.

Следовательно, автоматизацию в этот период можно считать гиперразвитием такой фундаментальной черты, как механизация. Причем даже в первой половине XX в. автоматизация не являлась ведущей линией промышленного принципа производства. Напротив, лидирующую позицию заняли процессы новейшего разделения труда, включая массовое распространение конвейерного производства (постоянное углубление разделения труда в отличие от автоматизации – фундаментальная и сквозная характеристика промышленного принципа производства, ярко обозначившаяся еще в мануфактурах). Иное дело – развитие автоматизации во второй половине XX в. Она стала важнейшей характеристикой научно-кибернетического принципа производства (на его начальных этапах), находя все новые формы применения и выражения в освобождении человеческих затрат по управлению процессами (особенно в ИКТ).

*Итак, начальная фаза производственной революции развивает до предела несистемные элементы предшествующего периода.* Автоматизация в этом плане продолжала механизацию, химия искусственных материалов – органическую химию, «зеленая» революция в сельском хозяйстве – развитие агрономии. Развитие радио-

и телевизионной техники было продолжением тренда новых способов передачи информации, обозначившегося ранее. Такая преемственность может скрывать глубину перехода от одной эпохи к другой. Недаром в 1950–1970-е гг. научно-техническое развитие считали продолжением индустриальной революции, в лучшем случае ее называли новой индустриальной революцией (научно-технической революцией).

2. *Эти бывшие несистемные характеристики вместе со вновь появившимися теперь сводятся в единую систему нового принципа производства.* Автоматизация, создание искусственных материалов химической промышленностью, мощнейшее развитие компьютерной электроники и средств связи, появление удобных и разнообразнейших двигателей, массовый переход на новый вид энергии и топлива, прорыв в селекции и защите растений, освобождение миллионов работников, ранее занятых в сельском хозяйстве и промышленности, и переход их в сектор услуг в совокупности с рядом новых направлений в технике, информатике и науке, – все это создало принципиально новую ситуацию в экономике. Это и было свидетельством начала новой производственной – кибернетической – революции.

3. *Важным моментом, дающим мощнейший синергетический эффект, выступает также временная плотность (кластерность) рождения и развития целого ряда направлений, в большей или меньшей степени являющихся характерными именно для нового принципа производства.* В 1950–1960-х гг. такими были атомная энергетика, космические исследования и освоение космоса для связи и других целей, освоение морских глубин и, конечно, информационно-компьютерные, множительные, лазерные технологии, а также и другие направления (в частности, в генетике, медицине и биотехнологиях).

4. *Однако судьба этих инновационных направлений может быть различной:* часть из них далее – во второй половине начальной фазы и в средней фазе – получает особое по масштабам и важности развитие, а часть развивается не столь бурно. Некоторые и вовсе оказываются (по крайней мере, на время) тупиковыми. Так, на сегодняшний день атомная энергетика столкнулась с сильными ограничениями из-за экологических проблем, надежды на овладение

термоядерной энергией не оправдались, а освоение морского дна (за исключением морского шельфа) пока остается экзотикой. Зато развитие ИКТ стало ведущей линией.

5. *Смена лидирующего сектора во время производственной революции.* Ведущее значение специфических характеристик и секторов нового принципа производства наглядно проявляется ближе к концу начального этапа производственной революции или в средней ее фазе (как и случилось с ИКТ). Этим секторам необходимо время, чтобы обрести зрелость и системность. *Таким образом, в течение первых двух фаз производственной революции идет постоянная смена ведущих отраслей и секторов и появление новых секторов.* Одна из отраслей нового принципа производства на какое-то достаточно длительное время (конец начальной фазы и средняя фаза) начинает как бы подавлять все другие. Эта область становится своего рода символом производственной революции, ее движущей силой. *Но в дальнейшем ее роль как локомотива должна снизиться.* Так, шерстяная промышленность (важнейшая на ранней фазе промышленной революции) оказалась второстепенной на ее завершающей фазе, когда шерстяную промышленность сменила хлопчатобумажная. Отсюда вывод: ведущим направлением завершающей фазы кибернетической революции будут не ИКТ. Они могут совершить новый рывок, получив импульс от новых прорывных технологий, но это случится существенно позже начала завершающей фазы данной революции.

6. *Уже на начальной фазе появляется прообраз тех секторов, которые станут ведущими в завершающей ее фазе. Но в начальной фазе они не играют ведущей роли* (см. об этом ниже).

### **1.3.2. Особенности средней – модернизационной – фазы: накопление инноваций и поиск места прорыва**

1. *Масштабность проявившихся тенденций и зарождение новых.* С одной стороны, на этой фазе находят свое развитие (но в разной степени) многие процессы, оформившиеся на начальной фазе производственной революции. С другой стороны, именно на модернизационной фазе мы видим истоки тех форм, которые получат новое воплощение на фазе завершения производственной революции. Следовательно, важно разделить тенденции, которые уже



обнаружили свою зрелость, и тенденции, которые лишь зарождаются, понять, какие из них будут нарастать, а какие окажутся второстепенными, стабилизируются или позже пойдут на убыль.

2. *Развитие идет вширь. Потребность в глубоких социально-политических изменениях.* В первой половине модернизационной фазы особенно заметно расширение новых технологий. Во второй – движение вширь, столкнувшись с определенным насыщением, несколько замедляется, что усиливает активизацию в инновациях. Все вместе создает ощущение кануна чего-то важного. Однако решающий компонент для возникновения новой системы пока отсутствует. Причем эта лакуна может определяться не только отсутствием технологического решения, но и неудовлетворительностью общественных условий для его внедрения. Одна из важнейших характеристик модернизационной фазы заключается в том, что *в этот период должны произойти глубокие перемены в социальных и политических отношениях.* Если смотреть на период промышленной революции, то XVII–XVIII вв. – время социальных революций в Англии, Голландии, США, Франции, которые изменили мир, а также это время изменений в мировой политике – Тридцатилетняя война (1618–1648) и Вестфальский мир, последовавший за ней, надолго заложили основы международных отношений. Глобализация и период, который мы назвали эпохой новых коалиций<sup>6</sup>, также должны существенно изменить мир и уже значительно меняют его.

3. *Идея решающего компонента.* На модернизационной фазе происходит накопление возможностей и усовершенствований, которые сыграют свою роль в том, чтобы завершающая фаза революции стала возможной. К моменту ее начала должны сформироваться почти все компоненты. Но только с появлением решающего компонента инновации начнут складываться в новую систему. При этом перестройка иерархии в рамках всей производственной системы (областей деятельности, отраслей производства и инноваций по их важности) будет очень существенной.

4. *Решающая инновация появится в новой области.* Вывод, который можно сделать из исследования производственных революций: решающая инновация появится в не самой главной отрасли

---

<sup>6</sup> Гринин Л. Е. Государство и исторический процесс: Политический срез исторического процесса. – М.: ЛИБРОКОМ/URSS, 2009.

экономики (каковыми изначально были ирригационное земледелие в числе разных видов земледелия, хлопчатобумажная отрасль в числе других отраслей промышленности). Мало того, в этой отрасли должны сложиться особые условия, которые обязательно включают в себя высокую коммерческую прибыльность и привлекательность, устойчивый на длительное время спрос. Тем не менее появление решающей инновации может на какое-то время остаться недооцененным.

Решающая инновация для начала завершающей фазы кибернетической революции может родиться в разных областях медицины или биотехнологий, может иметь место цепочка инноваций, которые переведут растущее количество инноваций в качественно новую систему. Не исключено, в частности, что такой прорыв будет связан с обнаружением успешных технологий борьбы с раком, поскольку эта болезнь существенно отличается от большинства других и требует решения на уровне генетики, а также использования принципиально новых технологий.

### **1.3.3. Особенности завершающей фазы**

1. *Окончательно проявляются главные характеристики производственной революции.* Все основные черты завершающей фазы революции могут быть обнаружены и на начальной ее фазе, но только ретроспективно, в недифференцированном, частичном или неразвитом виде. При этом сходство должно проявиться в ином уровне и масштабе. Эти черты будущего проявляются и на средней фазе, в чем-то даже более зримо, поскольку на средней фазе характеристики принципа производства приобретают относительно законченный, хотя еще и неразвитый, вид. Это и дает нам основания делать прогнозы о ведущих характеристиках и трендах кибернетической революции в целом и завершающей ее фазы в частности.

2. *Если на начальной фазе возникает много направлений, то среди них обязательно есть такие, которые станут ведущими на завершающей фазе.* При этом на начальной фазе они могут играть менее важную роль. Так, если на завершающей фазе промышленной революции главное – это техника, машины, замена ручного труда машинным, то на начальной ее фазе техника является только частью нового направления. Технические инновации (замена руч-

ного труда механическим) в начале промышленной революции были не столь важными, а главным был процесс, углубляющий разделение труда. Если же обратиться к аграрной революции, то напомним, что ведущим направлением примитивного земледелия было использование плодородных участков путем ручной обработки (например, с помощью заостренной палки или каменной мотыги). Плодородие почвы было естественным или достигалось сжиганием растительности. Что касается ирригационных технологий, то в начальной фазе аграрной революции они были довольно слабо распространены и привязаны к некоторым локальным условиям. Зато в завершающей ее фазе они стали ведущими и, по сути, оставались такими в течение всего аграрно-ремесленного принципа производства.

Следовательно, ведущий сектор завершающей фазы кибернетической революции уже сформировался и является вполне заметным, но он находится в числе тех, которые пока не играют решающей роли в экономике. По нашему мнению, ведущую роль в развитии завершающей фазы кибернетической революции сыграет медицина, объединенная с новыми технологиями. Обоснование этому дается ниже.

*3. После появления решающей инновации или их группы должна начаться взаимная интеграция инновационных секторов.* Этот процесс заметно усиливается в течение завершающей фазы производственной революции. Инновации взаимно интегрируются и создают принципиально новую систему. Так случилось, скажем, вскоре после изобретения механического прядильного станка (который непрерывно совершенствовался). До того разрозненные важные направления (паровые машины и энергия, новые виды машин, принципы управления на крупных предприятиях, сложившийся институт изобретательства и разные технические инновации) позволили в течение двух десятилетий создать принципиально новый по всем параметрам сектор хлопчатобумажных фабрик. Далее это вызвало кумулятивный эффект быстрого изобретения недостающих инноваций в области расчесывания и выравнивания хлопка, крашения, наложения рисунка и т. п.

Отсюда вывод: прорывы в медицине вызовут «подтягивание» и складывание в систему самых разных инноваций, что в итоге со-

здаст возможность для завершения кибернетической революции (включая достижения ИКТ, нанотехнологий, робототехники, новые материалы и т. п.).

4. *Необходимо разделять область прорыва и смысл новой системы производства.* Область прорыва только открывает период глубоких трансформаций. А полностью производственная революция обретет свои логику и «смысл» позже, когда трансформации достигнут весьма значительной глубины и размаха. Однако этот «смысл» уже можно пытаться угадать, исходя из процессов на начальной и средней фазах производственной революции.

Поэтому мы вправе предположить, что общая идея кибернетической революции может быть связана с постоянной и всесторонней экономией энергии, ресурсов и материалов, которая начнет осуществляться благодаря массовому развитию самоуправляемых систем принципиально нового уровня. Собственно, рост уровня жизни населения планеты, численность которого будет увеличиваться по крайней мере до 2070-х гг.<sup>7</sup>, без прорыва в области такой экономии не может состояться.

#### **1.3.4. Определение будущего сектора прорыва. Почему медицина?**

Итак, один из выводов теории производственной революции таков: одно из целого ряда ее направлений, обозначившихся на ее начальной и средней фазах, станет местом прорыва к завершающей ее фазе. При этом до начала рывка **они** не играют ведущей роли в экономике. Анализ реального хода производственных революций также подсказывает характеристики будущего сектора:

- его товар должен быть в числе предметов первой необходимости. Зерно (в эпоху аграрной революции) и хлопчатобумажные ткани (в эпоху промышленной) отвечали этим требованиям;
- направление развития сектора должно отвечать ведущим тенденциям и проблемам общества (ирригационное земледелие смогло поддержать и ускорить начавшийся рост населения; хлопчатобумажная отрасль во многом отвечала потребностям растущей

---

<sup>7</sup> По большинству прогнозов см., например: Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat 2012. World Population Prospects: The 2010 Revision [Электронный ресурс]. URL: <http://esa.un.org/unpd/wpp/index.htm>.

урбанизации и использованию избыточной рабочей силы, возникшей в аграрном секторе);

- сектор может повлиять на значимое число областей, интегрировать их (в эпоху аграрной революции ирригационные сооружения, например, требовали совместных действий в масштабах общества; в период промышленного переворота это привело к быстрому росту экономики, перестройке транспортных путей и торговли);

- консерватизм в этом секторе сравнительно слабый, а это также означает, что прорыв может родиться в относительно второстепенной (по объему производства и инвестиций) сфере, какой была хлопчатобумажная промышленность в Англии XVIII в.;

- сектор прорыва должен быть высокодоходным и стабильным по спросу, иначе он не привлечет крупных инвестиций. Кроме того, заимствование из данного сектора новых технологий, возникших в авангардном обществе, другими обществами не встретит серьезных препятствий (правительственных запретов и т. п.);

- сектор должен иметь большие резервы в отношении роста своей производительности, и потребность в росте этой производительности должна длительное время оставаться высокой, чтобы стимулировать инновационную и инвестиционную активность.

Рассмотрим это в отношении кибернетической революции. Очевидно, что сектор будущего прорыва завершающей фазы этой революции уже должен существовать. Но какой из существующих отвечает изложенным характеристикам? Мы считаем, что такой прорыв не может состояться, например, в направлении «зеленой» (низкоуглеродной) энергетики (несмотря на то что сегодня ветровая энергетика развивается весьма интенсивно), поскольку «зеленая» энергетика не сможет заменить в полном объеме традиционную, а будет сосуществовать с ней, как сегодня сосуществуют с углеродной энергетикой гидро- и атомная. Робототехника, если бы удалось создать роботов, которые умеют выполнять самые разные функции в сфере услуг, могла бы стать таким прорывным направлением. И недаром именно в создании роботов виделось будущее научно-технического прогресса. Робототехника сегодня имеет широкий спектр применения и достаточно быстро развивает-

ся<sup>8</sup>. И все же ни по объемам сегодняшних инвестиций, ни по уровню решенности стоящих перед ней проблем (включая разработки нейросетевых технологий), ни по интересу к этой отрасли пока не видно, что робототехника станет направлением, где совершится прорыв. В более позднее время она, однако, должна достичь выдающихся успехов.

Исходя из анализа сегодняшней ситуации, можно сделать вывод, что только медицина отвечает всем этим требованиям. Медицина понимается нами в широком смысле слова, поскольку она будет включать (и уже активно включает) для своих целей целый ряд других направлений (использование роботов в хирургии и уходе за больными, информационных технологий для удаленной медицины, нейроинтерфейсов для лечения различных болезней и исследования мозга; генной терапии и инженерии, нанотехнологий для создания искусственного иммунитета и биочипов, которые мониторят организм; новых материалов для выращивания искусственных органов и многого другого, что станет мощной системой экономики). Однако не вся медицина, а лишь *какие-то новые ее отрасли смогут стать областью, где начнется прорыв в завершающей фазе кибернетической революции.*

Рассмотрим подробнее, почему именно связанная с медициной область станет прорывной.

а) Медицина уникальна в плане того, что она требует постоянной работы в области новых высоких технологий.

б) Противников внедрения этих технологий здесь меньше, чем в других областях (равно как и препятствий для заимствования инноваций).

в) Коммерческие перспективы внедрения новых технологий огромны, поскольку люди всегда готовы за них платить.

г) В ближайшие десятилетия не только перед развитыми, но и перед многими развивающимися странами чрезвычайно остро встанут проблемы старения населения, нехватки трудовых ресурсов и обеспечения возрастающего количества пожилых людей. Именно успехи в медицине могли бы в этом помочь, в частности позволить

---

<sup>8</sup> См., например: Макаров И. М., Топчеев Ю. И. Робототехника. История и перспективы. – М.: Наука; МАИ, 2003; Гейтс Б. Microsoft предсказывает революцию в сфере робототехники. – 2007 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.robotov.net/news/?id=225>.

реально увеличить продолжительность трудовой жизни (как и жизни в целом) пожилых людей, а также активнее включить в трудовой процесс инвалидов. *Таким образом, пожилые люди и инвалиды в возрастающей степени обеспечивали бы свое содержание сами.*

д) В ближайшие десятилетия прогнозируется бурный рост мирового среднего класса и рост уровня образования, особенно за счет развивающихся стран<sup>9</sup>, а оба эти фактора означают резкий рост спроса на медицинские услуги.

е) Медицина вполне может стать интегральной областью, в которой сойдутся все линии развития (биотехнологии, нанотехнологии, робототехника, использование новейших ИКТ и различных приборов, когнитивные технологии, использование новых материалов и т. д. и т. п.). Вот почему в настоящей статье мы рассмотрим только прорывное направление в завершающую фазу кибернетической революции – медицину<sup>10</sup>. А в дальнейшем этот прорыв начнет охватывать все новые и новые области, создавая систему инновационной экономики будущего МБНРИК (напомним, что это медицина, био- и нанотехнологии, робототехника, информационные и когнитивные технологии).

## **Раздел 2. МЕДИЦИНА В КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

В этом разделе мы опишем наиболее важные характеристики и направления медицины будущего.

**Управляемость и контролируемость систем** проявляется во многих областях медицины. Звено за звеном отдельные функции, фазы, участки процесса лечения станут возможным отдавать под наблюдение специальных аппаратов, систем, роботов и т. п., пока процесс лечения заболеваний от начала до конца не будет прохо-

---

<sup>9</sup> National Intelligence Council 2012. Global Trends 2030: Alternative Worlds [Электронный ресурс]. URL: [www.dni.gov/nic/globaltrends](http://www.dni.gov/nic/globaltrends).

<sup>10</sup> Подробнее о других инновационных областях см.: Гринин А. Л., Гринин Л. Е. Кибернетическая революция и грядущие технологические трансформации...; Grinin A. L., Grinin L. E. The Cybernetic Revolution and Forthcoming Technological Transformations (The Development of the Leading Technologies in the Light of the Theory of Production Revolutions) // Evolution: From Protostars to Post-singular Civilizations. Volgograd: 'Uchitel' Publishing House, 2015 (in print).

дить под их контролем. Это одно из важнейших направлений, которое будет реализовываться в течение 2030–2050-х гг.

Другое проявление управляемости будет основано на влиянии на некоторые системы, а также ключевые факторы и элементы процессов человеческого организма (через нужные белковые соединения, клетки, антитела, активизацию иммунной системы и т. п.). Другими словами, лечение станет более направленным и даже точечным.

Третье направление может быть связано с развитием системы мониторинга состояния организма, что позволит проводить профилактику болезней и их раннюю диагностику. Все это также обеспечит процесс управляемости лечением.

Наконец, целый ряд функций врача могут выполнять сами пациенты с помощью обслуживающих их аппаратов и систем. Анализ важных показателей (таких как кровяное давление, содержание сахара в крови, тест на беременность) уже сегодня можно делать без врача с помощью соответствующих приборов или реактивов, также как определять норму и отклонение от нее по результатам анализов. Вполне возможно, что в скором времени диагностика из специализированных учреждений перенесется в мобильные устройства на основе наночипов, не требующих участия специалистов. Прогресс в этой области идет заметными темпами.

В этой связи профессия врача в современном ее виде может потерять ряд нынешних атрибутов за счет передачи части функций различным «умным» системам и расширения компетенций пользователей благодаря указанным «умным» системам и быстрому получению информации. Сегодня такая метаморфоза происходит со многими услугами (такими как фотография, набор и верстка, дизайн, подбор интерьера, покупка путевок, выбор маршрутов и т. п.). Разумеется, профессия врача останется, но существенно изменится его компетенция и число врачей, которое в итоге завершающей фазы кибернетической революции, скорее всего, сократится. Ведь если для совершения технологического рывка потребовалось на порядок увеличить число врачей, то это стало бы серьезнейшим препятствием из-за проблем подготовки кадров и их стоимости.

**Повышение точности воздействия** является очень важным направлением, способным перевести лечение заболевания в управ-



ляемый процесс. Одним из способов этого станет точная доставка лекарственных препаратов до нужных клеток. Ключевую роль здесь, возможно, смогут сыграть нанотрубки. Другие способы точного воздействия: влияние на иммунную систему, исправление генетических отклонений, изменение технологии хирургических операций за счет более тонких и не травмирующих манипуляций и т. п.

**Экономия и оптимизация потребления ресурсов.** Медицина внесет существенный вклад в *оптимизацию потребления ресурсов*. Во-первых, за счет продления жизни (время жизни – наиболее ценный ресурс), во-вторых, за счет повышения работоспособности. Оптимизация потребления ресурсов будет выражаться, например, в экономии лекарственных препаратов за счет их точечной доставки и минимизации вмешательства в организм. Меньше будет применяться стационарное лечение, так как операции будут максимально направленными, а период реабилитации – минимальным. Больше людей сможет лечиться дома, поскольку не исключено развитие удаленного лечения, когда врач наблюдает за показателями пациента онлайн и делает нужные предписания.

**Непрерывный мониторинг здоровья как самоуправляемая суперсистема.** Постоянный контроль над параметрами организма станет возможен за счет развития биосенсоров. Биосенсоры – очень перспективное направление медицины и одновременно хороший пример самоуправляемых систем и развития индивидуализации. Они представляют собой электронные регистрирующие устройства, в которых используется биологический материал (ферменты, клетки, антитела). Биосенсоры способны трансформировать биологическую энергию в электрическую. Они активно применяются сегодня в медицине для самых различных анализов: содержания метаболитов, гормонов и т. д. Уже используются биосенсоры, позволяющие контролировать изменения организма во время операций. Бытовой пример биосенсора – глюкометр, прибор для измерения уровня глюкозы в крови. Биосенсоры также применяются для измерения физической нагрузки. Они используются в производстве для измерений различных параметров: составов смесей, обнаружения токсинов, ядовитых газов и др. Разрабатываются биосенсоры и нанороботы, которые, например, способны отслеживать распро-

странение вируса в крови в онлайн-режиме<sup>11</sup>. Сотни и даже тысячи биосенсоров объединяют в биочипы, которые способны контролировать большое количество разных параметров одновременно. Несложно представить, что такие устройства в будущем могут стать неотъемлемой принадлежностью жизни человека, выполняя функцию постоянного сканирования состояния организма или отдельных органов и даже передавая их в медицинские центры при возникновении потенциальных угроз либо резком ухудшении самочувствия. Встроенные сенсоры позволят контролировать ход всех жизненно важных процессов, подсказывать время приема и дозировку необходимых лекарств, время занятий физкультурой и необходимую нагрузку с учетом различных обстоятельств, определенную диету и т. п. Для спортсменов биосенсоры уже сегодня являются инструментами контроля своих физиологических показателей для точного расчета нагрузки, и, вероятно, их возможности еще более возрастут. Во время операций биосенсоры будут контролировать изменение нужных процессов и подсказывать врачу ход ее проведения. Реальностью станут программы с индивидуальными рекомендациями конкретным людям, при этом системы смогут отслеживать существенные отклонения в показателях и давать рекомендации относительно образа жизни на короткий период и длительную перспективу.

Хорошо это или плохо? Естественно, свобода воли людей будет ограничена, тем более что сопротивляться машине иногда сложнее, чем воле человека. Одновременно сформируются определенные императивы в отношении здоровья. По сути, у каждого будет своя электронная нянька (подобно тому как у детей древнегреческих зажиточных граждан был раб-педагог, а у детей дворян-землевладельцев – воспитатель из числа слуг). Впрочем, это может быть особенно важно для наблюдения за маленькими детьми и больными, которые находятся дома. Если к этому позже добавятся еще идвигающиеся роботы, то комфортность жизни людей существенно возрастет (но в то же время уменьшится их самостоятельность).

Соответственно такие мини-системы могут быть объединены в крупную систему, включающую наблюдение за большим количе-

---

<sup>11</sup> Cavalcanti A., Shirinzadeh B., Zhang M., Kretly L. C. Nanorobot Hardware Architecture for Medical Defense // *Sensors*. – 2008. – Vol. 8(5). – Pp. 2932–2958.

ством людей. Мы полагаем, что до создания подобных систем пройдет еще достаточно времени. К тому же на пути к такому мониторингу стоят сложные этические и правовые проблемы, поскольку всегда существует опасность, что наблюдающий «Большой брат» станет использовать полученные данные для собственных целей.

**Прорывы в управлении человеческим организмом. Органозамещение: на пути к биотехническим системам высшего уровня.** Важное направление медицины связано с регенерацией и пересадкой органов и частей человеческого тела. В настоящее время уже проводятся операции по пересадке сердца, легких, печени, поджелудочной железы, почки и т. д. Однако человеческие донорские органы – очень редкий материал, его распространение без специальных согласований во всем мире подлежит уголовному преследованию. Решение проблемы недостатка органов осуществляется по двум основным направлениям:

1. Использование части донорского органа и выращивание нового органа на основе использования стволовых клеток.
2. Возможности пересадки органов крупных животных.
3. Создание искусственных органозамещающих систем (возможно, наиболее перспективное направление). В настоящий момент уже используются искусственные органы (кожа, трахея, сетчатка, сосуды, глаза, уши и даже сердце, легкие, печень, матка и др.).

Не исключено сочетание перечисленных возможностей.

Можно прогнозировать, что прорывом в области регенерации и пересадки органов и тканей станет нахождение возможности «обмануть» механизм иммунного подавления чужеродных клеток (см. выше). В этом направлении уже ведутся работы. Здесь опять наблюдается возможность управления процессами путем воздействия на ключевые элементы, в данном случае «выключая» слишком бдительные системы иммунной защиты (подобно тому как отключается болевой синдром при операции). Важным стало открытие о перепрограммировании функций клеток. Например, клетки кожи перепрограммировали и заменили ими больные клетки глаза. Такие клетки не отторгаются, вследствие чего данное направление является исключительно перспективным<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> Костина Г. Поколение R // Эксперт. – 2013. – 25–31 марта. – С. 63–65.

### **Заключение**

**Пойдет ли развитие в направлении киборгизации?** Выше-сказанное об искусственных органах и тканях обеспечит прорыв в области как искусственного создания материалов, которые до этого могла создавать только природа, так и производства совершенно новых материалов, что расширит внедрение в человеческий организм небиологических элементов. Таким образом, мы двинемся по пути развития самоуправляемых систем нового типа, которые будут иметь в качестве составных частей элементы разной природы: биологической и технической.

Однако надо отдавать себе ясный отчет, что это фактически означает не только создание нового направления в медицине, но и прямое движение в направлении **киборгизации человека**. Естественно, что это вызывает определенную и обоснованную тревогу. С другой стороны, расширение возможности не просто долгой, но активной жизни вряд ли осуществимо без значительной помощи ослабевшим в результате старости и других причин органам чувств и частям тела. В конце концов, очки или контактные линзы, искусственные зубы, пломбы и кости, слуховые аппараты, искусственные кровеносные сосуды, сердечные клапаны и т. п. позволяют жить и работать сотням миллионов людей, которые от этого не перестают быть людьми. То же самое справедливо и в отношении более сложных систем и функций. Однако мы полагаем, что всякого рода идеи относительно того, что когда-нибудь человеческое тело будет полностью заменено небиологическим материалом, а от человека останется только мозг или поддерживающие сознание органы, являются фантазией чистой воды. И они никогда не исполнятся при любом развитии техники<sup>13</sup>. Люди, предлагающие такие решения, то есть замену якобы менее долговечного и удобного биологического материала сугубо техническими решениями (вроде тех, чтобы заменить кровяные тельца триллионами нанороботов и т. п.), в своих прогнозах пытаются использовать устаревшую логику, которая в качестве научной фантастики или «страшилки» была в ходу несколько десятков лет тому назад: замены биологиче-

---

<sup>13</sup> См. о некоторых таких фантазиях: Рыбалкина М. Нанотехнологии для всех. – М.: Nanotechnology News Network, 2005. – С. 333 и др.

ских организмов техническими. Современная логика научно-технического прогресса, в том числе новейшие достижения биоинженерии, показывает движение именно к синтезу биологических форм и технических решений в единой системе. Вряд ли имеется надобность заменять биологические механизмы, прошедшие испытания отбором в течение многих миллионов лет, техническими решениями. А нужно двигаться по пути «ремонта», улучшения, развития самоуправляемости и помощи биологическим механизмам за счет тех или иных технических решений.

Человеческий мозг очень тесно связан с телом и органами чувств, большинство его функций основаны на управлении телом, что не предполагает его полноценной работы вне биологической основы. Способность науки и медицины к замене изношенных органов будет повышаться, но биологическая основа человека всегда будет и должна преобладать. Если можно помогать организму различными способами, в том числе активизируя его иммунную систему, генетические возможности, блокируя или замедляя процесс старения и т. п., гораздо правильнее сохранять его биологическую основу. Как бы там ни было, в ближайшие десятилетия в процессе киборгизации возможны довольно радикальные прорывы, но все же он не пойдет чрезмерно далеко.

**Другие проблемы будущего технического прогресса.** Описанные процессы должны были показать справедливость идеи, что завершающая фаза кибернетической революции будет эпохой бурного развития самоуправляемых систем. Собственно, уже сейчас мы пользуемся множеством подобных систем, но не воспринимаем их таким образом. Другие еще не нашли широкого применения, как самоочищающиеся стекла, но достаточно скоро они могут стать частью нашей повседневной практики. С появлением машин в предшествующие века появилось и множество ярких прозрений об их будущем применении, но также масса фантазий, которым не суждено было реализоваться. Так и сегодня трудно определить, что станет реальностью, а что – нет. Но без сомнения, развитие происходит именно в направлении создания самоуправляемых систем. Впереди ждет расцвет такого рода систем, которые будут работать в основном автономно, контролируя при этом важные аспекты жизни человека, как сегодня компьютерные программы орфогра-

фии начинают контролировать ваш стиль или знание языка. Все это требует глубокого осмысления и работы в области минимизации возникающих проблем.

Кибернетическая революция (как и любая производственная революция) несет с собой перемены во всех сферах производства и областях жизни. Одна из главных проблем – существенные изменения в сфере занятости. Начальная (и даже средняя) фаза кибернетической революции, особенно при распространении компьютеров, уже дала огромное число случаев замены профессионального мастерства, в том числе в области интеллектуальной деятельности: набора, издания книг, журналов и газет, перевода, сбора информации, библиотечного и архивного дела, дизайна, рекламы, фотографии, кинематографии и т. д. и т. п. Неудивительно, что уже не за горами время, когда книги в прежней форме станут раритетом. Появление возможности «сам себе» (режиссер, издатель, художник, фотограф и т. п.) стало знаменем времени.

В наименьшей степени дальнейшее развитие подорвет основы еще очень многих профессий – от врача (о чем выше шла речь) и учителя до няни и налогового инспектора. В целом общий курс развития должен пойти по пути сокращения численности занятых в целом ряде секторов сферы обслуживания (как простых видов, так и более сложных), но одновременно потребуются много новых профессий. Сокращение занятых в сфере обслуживания не в последнюю очередь будет происходить за счет развития робототехники.

**Правовые, этические, педагогические и идеологические проблемы развития медицины.** Чем быстрее происходит научно-технический прогресс, тем труднее обществу успевать за изменениями, тем более гибкой становится мораль, изощреннее – право, тем больше появляется всяких меньшинств, отстаивающих свои далеко не всегда понятные права, тем толерантнее становится общество. Но в то же время быстрее разрушаются традиции и сложнее становится отличить хорошее от плохого (растворяются критерии этих понятий), для родителей труднее передать детям свой опыт и т. д. и т. п. Нам уже приходилось об этом писать<sup>14</sup>. Далеко

---

<sup>14</sup> Гринин Л. Е. Производительные силы и исторический процесс. – 3-е изд. – М.: КомКнига/URSS, 2006; Гринин Л. Е., Коротаев А. В. Социальная макроэволюция. Генезис и трансформации Мир-Системы. – М.: ЛИБРОКОМ, 2009.

не утратила своей актуальности и знаменитая работа Э. Тоффлера «Шок будущего»<sup>15</sup>. Но эти проблемы обязательно требуют очень большого внимания. В частности, нельзя не отметить, что могут появиться очень сложные этические проблемы и возникает потенциальный риск нарушения социальных и биологических основ существования человека. Сложно представить, чем это может обернуться в конечном итоге. Радикальные изменения в организме человека способны серьезно отразиться на таких базовых вещах, как понимание семьи, пола, отношение к жизни. Именно поэтому полезны прогнозы развития кибернетической революции. Они могут помочь заранее озаботиться созданием оптимальных социальных, правовых и иных инструментов, чтобы такие изменения не застали врасплох, чтобы можно было минимизировать негативные последствия. В конечном счете революция управляемых систем касается и социальных систем, поэтому должны быть выработаны технологии социального предвидения и купирования проблем, которые должны быть опробованы хотя бы до массового распространения инноваций, внушающих опасения.

---

<sup>15</sup> Тоффлер Э. Шок будущего. – М.: АСТ, 2002.