

**Часть 2**  
**КИБЕРНЕТИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ:**  
**ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА**



## **Глава 5. Научно-техническая революция превращается в кибернетическую (1950-2010-е гг.). Начало научно-кибернетического принципа производства**

### **5.1. ПЕРЕХОД К НАУЧНО-КИБЕРНЕТИЧЕСКОМУ ПРИНЦИПУ ПРОИЗВОДСТВА И ЭКОНОМИЧЕСКОМУ ТИПУ ОТЧУЖДЕНИЯ**

**Трудности перехода и накопление инноваций.** Как уже было сказано, переход к новому принципу производства происходит нелегко и сопровождается сильными кризисами и даже катаклизмами (см. подробнее: Гринин 2003а: 172–173; 2013б). Внезапно общества и общественные классы сталкиваются с явлениями, которые кажутся неподконтрольными, неожиданными, алогичными, противоречащими прежнему опыту. Такие системные переходные кризисы и потрясения заставляют искать новые ответы. А в процессе поиска ответов – как один из вариантов снятия напряжения – возникают новые способы организации производства и внедрения новых технологий, ведущих в итоге к новой производственной революции. Конец промышленного принципа производства продемонстрировал такой тип кризисности с особой яркостью. Неслучайно на этот период пришлось обе мировые войны, мощнейшие социальные революции (в том числе в России и Китае), чудовищные социальные эксперименты в СССР, Германии, других странах и глубочайший экономический кризис 1920–1930-х гг., так и не сменившийся устойчивым ростом (см.: Он же 2009б; Гринин, Коротаев 2010а). Столь глубокое падение экономики, какое случилось в период Великой депрессии, не имело аналогов ни до, ни после нее. Таким образом, в первые десятилетия XX в. резко обострилась общественная часть ведущего противоречия индустриальной эпохи (см. *Приложение 1*: Табл. 2). Влияние промышленности на все общество столь возросло, что от колебаний конъюнктуры стало страдать почти все население. Жесткие экономические кризисы показали, что свободу предпринимательства необходимо ограничить определенными рамками. Об особенностях перехода от промышленного принципа производства к научно-кибернетическому и связанными с этим кризисами см. *Приложение 2*, раздел 3.3.

**Начало и предпосылки перехода.** Последний период промышленного принципа производства принес массу различных новаций, для которых были необходимы благоприятные условия, чтобы сложиться в новую систему. Первые переход к научно-кибернетическому принципу производства обозначился в США вскоре после Второй мировой войны. Почему именно там? Как и при других фазовых переходах, здесь налицо сплав особенностей и закономерностей. С одной стороны, ведущее противоречие индустриальной эпохи (между общественным характером производства и частно-корпоративным способом

распоряжения богатством и принятия решений) было здесь наиболее явным, например нигде не было столь крупных и централизованных монополий и нигде борьба общества с ними не принимала столь ожесточенного характера, но с другой – социальная структура и правовая основа американского общества позволяли быстрее разрешать противоречия. Так, именно в Америке были приняты антитрестовские законы. И «Новый курс» Ф. Д. Рузвельта, весьма и весьма радикальный, был принят там в считанные годы (1933–1936 гг.). Ведь это общество сформировалось без многих феодальных пережитков, было наиболее демократичным и в известной степени народным. Недаром Алексис де Токвиль восхищался американской демократией еще в 1830-е гг. (Токвиль 1991[1835–1940]). И ресурсов в американской экономике (как природных, так и демографических) было больше, чем в других капиталистических странах. Поэтому достаточно долгое время казалось, что на пути экономического развития Америки не будет никаких особых помех.

В 1920–1930-е гг. американское общество было самым передовым с технической точки зрения. В мире не существовало другой подобной страны, где была бы столь высокой производительность труда в ряде отраслей, где достижения науки внедрялись бы так быстро, производилось бы столько электромашин и автомобилей, бытовых электроприборов и продукции химической промышленности. Так, из 30 млн автомобилей в мире в середине 1920-х гг. 20 млн находилось в США (Долматовский 1986: 117). По существу, уже в 20-е гг. XX в. уровень техники в США в ряде направлений перерос индустриальный принцип производства. Наконец, после Второй мировой войны США, по сути, оказались в положении мирового монополиста, поставлявшего самые разные товары и машины в Европу, что способствовало их движению к научно-кибернетическому принципу производства. Западноевропейские страны, а вслед за ними и Япония, перешли к новому принципу производства позже, в 1950–1970-е гг.

В этот и частично в предшествующий период активно формировался сектор услуг (характерный для нового принципа научно-кибернетического производства), в котором все больше задействовалось трудоспособное население Европы и Японии (в США этот процесс начался ранее). Появление нового крупного сектора труда также характерно для рождения нового принципа производства (см. подробнее в *Приложении 2*).

**Разрешение ведущего противоречия индустриальной эпохи.** Первый шаг в этом направлении был сделан в период Великой депрессии, которая заставила включить механизм государственного регулирования. Вторая мировая война добавила необходимый элемент вмешательства государства в регулирование, финансирование и стимулирование ряда направлений научно-технического прогресса. После войны государственное регулирование получило развернутое обоснование в экономической науке, изменившейся под влиянием идей Дж. Кейнса (1978[1936]). В результате этих перемен ведущее противоречие индустриальной эпохи было частично разрешено. Особенно важным это оказалось в вопросе ослабления силы экономических кризисов в результате более активного влияния на экономику по кейнсианским рецептам, с применением различных антициклических мер. Новая система заключалась в том, что при сохранении роли рынка государство регулировало народное хозяйство налогами, заказами, планированием, вмешательством в дела банков, контролем над обращением денег, стимулированием спроса, ограничением промышленных конфликтов

(см., например: Гэлбрейт 1969; 1979; Самуэльсон 1994, т. 1; Мэнкью 1994; Фишер 1999; см. также: Хансен 1959; Хаберлер 2008; Ротбард 2005б; Доронин 2003). Все это сглаживало колебания и смягчало кризисы. Кейнсианское прямое государственное вмешательство было позже заменено более тонким монетарным регулированием (через центральные банки, в том числе через ФРС в США), которое, однако, также определялось государственной политикой (Фридман 2002; Сакс, Ларрен 1996; Дорнбуш, Фишер 1997; Самуэльсон, Нордхаус 2009; Абель, Бернанке 2009; Гринспен 2009; о современных финансовых технологиях см.: Гринин, Коротаяев 2015б; Ротбард 2003а; 2003б; 2004; 2005б; Боннер, Уиггин 2005; Рубцов 2011). Одновременно активно развивалась социальная политика государства, ставшая основой для колоссального перераспределения средств в обществе (подробнее см. в *Приложении 2*).

**Формирование экономического типа отчуждения.** С послевоенного времени во второй половине XX в. все увеличивалась роль государства в таких областях, как поддержание минимального благополучия людей, развитие и поощрение различных видов социального и иного страхования, создание такой законодательной и политической базы, которая заставляла производителей (вслед за государством) тратить большие средства на иные, чем раньше, цели (образование, адаптацию, страхование, возмещение вреда, социальные гарантии, благотворительность). В результате введения страхования по безработице, болезни, несчастному случаю, а также появления пенсионных законов положение большинства населения существенно изменилось. Кроме того, были подтверждены или введены принудительные меры к некоторому ограничению свободы договоров в области тарифов, цен, зарплаты. Изменился характер налогов; высокие налоговые изъятия и перераспределение средств через бюджет в пользу малоимущих позволили уменьшить разрыв в доходах (см. также *Главу 4*)<sup>1</sup>.

Таким образом, вместе с наступлением *научно-кибернетического принципа производства* начал активно формироваться *экономический тип отчуждения*. Что он собой представляет? Одна его сторона связана с тем, что благодаря гигантскому объему ресурсов общество оказалось способным поддерживать слабых, поэтому *каждый человек в условиях различных свобод просто потому, что он гражданин или житель определенной страны, может претендовать на социальные гарантии и права (на образование, медицину, защиту, помощь в старости или по нетрудоспособности и пр.)*. Однако, с другой стороны, *экономический тип отчуждения – это возможность более полно проявить свои умения, квалификацию, талант и получать во много раз больше социального минимума*<sup>2</sup>. Следовательно, имеются серьезные стимулы для людей к активности, не прибегая к чрезмерному или прямому насилию.

<sup>1</sup> Этот процесс начался задолго до Второй мировой войны. «С конца XIX в. был достигнут значительный прогресс в устранении чрезмерного неравенства богатства и доходов посредством прямых налогов: подоходного, добавочного прогрессивного и налога с наследства» (Кейнс 1993: 424). Правда, периодически разрыв в доходах возрастает по разным причинам, но ныне этот показатель (индекс Джини) является одним из важнейших и его увеличение заставляет бить тревогу. Налоги также стали рассматриваться не только как возможность пополнить казну, но и как важнейший способ влияния на экономику, инструмент экономического регулирования, поощрения или сдерживания экономического роста и частной инициативы, привлечения инвестиций, в том числе иностранных.

<sup>2</sup> Постоянно растет перечень того, в чем считается нужным уравнивать людей, например в праве на получение информации. С другой стороны, развитие информационных технологий существенно расширило реальные возможности равноправия людей, в том числе в возможности участвовать в некоторых видах бизнеса (например, игре на бирже).

Развитые и даже развивающиеся страны соревнуются между собой в области уровня жизни и прав граждан. Большинство населения в них имеет высокий уровень жизни и определенную уверенность в будущем. Важнейшим показателем уровня развития общества стал Индекс человеческого развития (ИЧР), который включает в себя, помимо показателя ВВП на душу населения, такие характеристики, как уровень образования, культуры, медицинского обслуживания, состояние здоровья населения и его ожидаемую продолжительность жизни. А вложения в так называемый человеческий капитал стали рассматривать как один из важнейших экономических показателей и факторов производства. Кстати сказать, такие тенденции можно рассматривать и как изменение в структуре производительных сил общества, в которых роль человеческого компонента по сравнению с промышленным принципом производства выросла (в частности, это хорошо заметно в IT-компаниях, где затраты на заработную плату составляют основную статью расходов, тогда как капитализация таких фирм может быть очень высока). Изменение характера налогов и безработицы, увеличение доли интеллектуального и высококвалифицированного труда, возможность получать образование и информацию резко уменьшили сферу внеэкономического отчуждения. Серьезно повлияла в этом смысле также борьба женщин, молодежи, цветных, иммигрантов за равноправие<sup>3</sup>. Существенно изменилось и положение инвалидов. Увеличение возможностей получения кредита (на образование, жилье, бизнес и многое другое), а также уравнивание в доступе к информации благодаря новейшим технологиям значительно выравнивает права людей из разных социальных групп, особенно людей активных, одаренных, предприимчивых.

Все указанное, а также многое другое сделало жизнь общества гораздо стабильнее, чем в прежнее время, хотя породило массу проблем, связанных с социальным иждивенчеством<sup>4</sup>.

Экономический тип отчуждения, чтобы проявиться полностью, предполагает выход за рамки одного общества, а следовательно, возможность определенных стандартов в основной части мира<sup>5</sup>. В настоящий момент главный район внеэкономических форм – не развитые государства, но слабо- и среднеразвитые страны. В странах с высоким демографическим давлением и безработицей (таких как Бангладеш или Вьетнам) совершенно недостаточно внимания уделяется проблемам производственной безопасности и охране труда, здоровью трудящихся, распространена высокая степень эксплуатации. Но сфера применения внеэкономических форм отчуждения все же сокращается и там. Улучшение условий труда уже происходит и будет происходить в ближайшие десятилетия. В странах с низким уровнем доходов благодаря общемировым стандартам идет наступление на использование детского труда, борьба за права женщин и т. п.

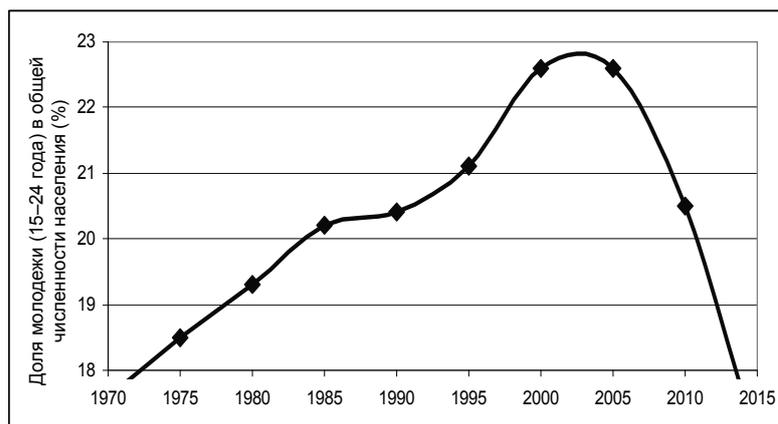
Отметим, что усиление демографического давления значительно способствовало проявлению тех или иных форм внеэкономического отчуждения (в том

<sup>3</sup> В этом ряду стоят и другие меньшинства (в частности, сексуальные), однако их движение носило в основном неэкономический характер.

<sup>4</sup> Возросшее бремя гарантированности, накладывающееся на демографические проблемы (особенно увеличение доли пенсионеров и больных), плюс привычка к тому, что государство, работодатель или кто-то другой должен что-то кому-либо гарантировать и выплачивать, стремление предъявить кому-то огромные требования и использовать для этого правовые механизмы, другие виды иждивенчества – все это очень серьезные проблемы.

<sup>5</sup> В этом отношении уже сделаны очень важные шаги, в частности введение большинством стран запрета на использование принудительного труда, признание недопустимости неравноправия по социальным признакам, участие стран в многочисленных рейтингах.

числе в связи с высоким уровнем безработицы и низкой квалификацией огромного числа людей трудоспособного возраста, а равно и неграмотностью). В частности, начиная с 1950-х гг., как раз вместе с началом кибернетической революции, использование достижений медицины в развивающихся странах привело к резкому уменьшению смертности, особенно младенческой (но при этом уровень рождаемости долгое время оставался по-прежнему высоким). В результате такой модернизации в структуре населения резко увеличилась доля лиц молодого возраста (15–24 лет). Во многих странах возник так называемый *молодежный бугор*, представленный в виде выпуклости на диаграммах, отражающих долю молодежи в общем составе населения, как это показано в отношении Алжира (см. Рис. 5.1).



**Рис. 5.1.** Динамика доли молодежи (15–24 лет) в общей численности населения Алжира в 1970–2005 гг. с прогнозом до 2015 г., %

Источник: UN Population Division 2009. График взят из работы: Гринин, Коротаев, Малков 2010: 386.

Такое изменение пропорции в условиях модернизации создает условия для социально-политической нестабильности. По словам Дж. Голдстоуна, большинство революций XX в. в развивающихся странах произошли там, где наблюдались особо значительные «молодежные бугры» (Goldstone 2002b: 11–12).

Таким образом, именно молодежь (особенно на современном этапе) играет ключевую роль в процессе возникновения длительного периода нестабильности в обществе в условиях модернизации и выхода из мальтузианской ловушки (такой тип модернизационной ловушки мы назвали «молодежной ловушкой» [Гринин 2011в; Гринин, Коротаев 2012]). Механизм попадания в «молодежную ловушку» в процессе и/или в результате выхода из мальтузианской ловушки был описан А. В. Коротаевым (см.: Гринин, Коротаев, Малков 2010; Акаев, Коротаев, Малинецкий, Малков 2010: гл. 2, 6, 18; Гринин, Коротаев 2012; Гринин, Исаев, Коротаев 2015).

«Молодежные бугры» в прошлые столетия наблюдались в истории многих модернизирующихся стран. Однако в современную эпоху в связи с большими успехами медицины младенческая и детская смертность упала до невиданно низкого уровня, а вместе с тем в ряде современных развивающихся стран уровень потребления стал существенно выше, чем был в предшествующие периоды

даже в среднеразвитых государствах. Следовательно, доля молодежи (а соответственно и размер «молодежного бугра») сегодня при прочих равных условиях выше, чем в прежние эпохи. Поэтому и опасность попадания в «молодежную ловушку» в наше время для ряда развивающихся стран в чем-то даже возросла по сравнению с предшествующим периодом. Сегодня политологи нередко говорят о странах с молодежной возрастной структурой населения («молодежным бугром») как о «дуге нестабильности», простирающейся от региона Анд в Латинской Америке до районов Африки (особенно южнее Сахары), Ближнего Востока и северных регионов Южной Азии (Мир после кризиса... 2009: 59). И такой прогноз, к сожалению, подтвердился в отношении Туниса, Ливии, Египта, Сирии, Йемена и других арабских стран в 2010–2011 гг. (см.: Гринин, Исаев, Коротаев 2015).

Однако и важнейшими факторами для улучшения условий труда будут выступать демографические, поскольку в большинстве развивающихся стран (за исключением стран Тропической Африки) пик демографического перехода уже пройден и рождаемость сильно упала (и продолжает падать). Это приведет к тому, что рано или поздно структура населения изменится, а демографический бонус будет исчерпан. Одновременно растет и уровень образования молодежи. Китай является здесь хорошим примером, поскольку постепенно в результате сокращения доли молодежи в структуре населения в ряде провинций начинает ощущаться нехватка рабочей силы, что приводит к росту заработной платы. Одновременно усложнение структуры производства также ведет к росту квалификации и зарплат.

В целом в мире стремительно сокращается число людей, которые живут очень бедно. Так, по данным Всемирного банка, в 2015 г. людей, которые жили меньше чем на 1,9 доллара в день, составляло примерно 1/10 населения Земли (то есть около 700 млн человек), тогда как двадцать пять лет назад их было примерно 1/3 (Орехин 2015). Даже по менее оптимистичным оценкам ООН за эти четверть века не менее 700 млн человек в мире улучшили условия жизни (Там же). При этом большинство сверхбедных людей ныне проживают в Африке, тогда как в Азии ситуация стремительно улучшается. Таким образом, в ближайшие десятилетия нищета и крайняя бедность в мире со всеми ее пороками и страданиями станет уже немассовой, хотя и будет еще долго оставаться острой проблемой.

С одной стороны, данный тип отчуждения в целом обозначился, но еще не раскрылся полностью. С другой стороны, попытки механически перенести западные стандарты на слаборазвитые и перенаселенные страны могут иметь негативные последствия. Мы уже не раз писали о роли завышенных ожиданий в возрастании социального недовольства, социальной нестабильности и даже в совершении революций в странах, которые довольно успешно развивались экономически (см. подробнее: Гринин 2011б; 2011в; 2014б; Гринин, Коротаев 2013а; 2014а; Гринин, Исаев, Коротаев 2015; Grinin, Korotayev 2014а).

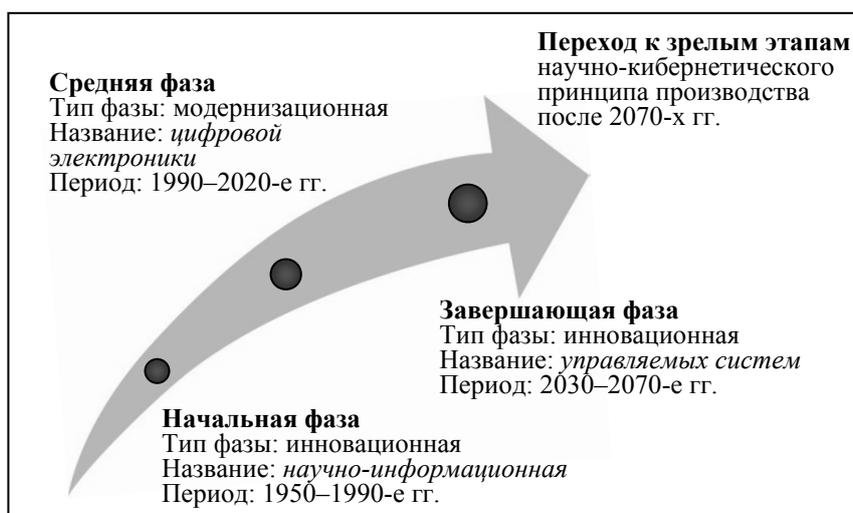
## **5.2. КИБЕРНЕТИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ: ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

В настоящем параграфе будут даны только предварительные характеристики кибернетической революции. Более развернутое изложение дается в *Главах 6, 7, 8*. В следующем параграфе этой главы будут охарактеризованы технологии начальной и модернизационной фаз данной революции, которые сегодня рассматриваются как зрелые (химия, электроника, информационные технологии

и т. п.). О технологиях, которые станут прорывными в завершающей фазе кибернетической революции, в общих чертах сказано в *Главе 7*, а подробному их описанию посвящена Часть 3.

**Основные фазы.** В результате вышеперечисленных накопленных инноваций и изменений общественной системы в 1950-е гг. и смогла начаться кибернетическая революция (см. Рис. 5.2). Ее начальная фаза продолжалась до начала 1990-х гг., то есть длилась примерно 40 лет. Затем ее сменила средняя фаза, основным результатом которой – распространение инноваций и доведение их до завершенности и системности. Она продолжается до настоящего времени (и будет продолжаться до 2030-х или при задержке до 2040-х гг.). Начальную фазу кибернетической революции можно охарактеризовать как *научно-информационную* (далее мы дадим этому пояснения). Длительное время в ходу был термин *научно-техническая революция* (по одной из версий, такое название пошло от Дж. Бернала [1956]), так как она вызвала мощное, невиданное ранее ускорение научно-технического прогресса, были и иные названия<sup>6</sup>. Завершающая фаза кибернетической революции может быть дополнительно названа *фазой (само)управляемых систем*, так как эта характеристика, появившаяся уже несколько десятков лет назад, станет в будущем ведущей (см. ниже и в *Главе 6*).

Выводы о сроках окончания средней фазы, начале и длительности завершающей фазы кибернетической революции, помимо вышеизложенных аргументов, также опираются на полученные данные об устойчивых соотношениях длительности фаз друг к другу в каждом принципе производства, что продемонстрировано в *Приложении 1* (Табл. 5; длительность каждой фазы представлена выше, в Табл. 4; подробные объяснения см.: Гринин 2006а; Гринин, Коротаев 2009а: гл. 2).



**Рис. 5.2.** Фазы кибернетической революции

### Почему текущая производственная революция названа кибернетической?

Теория производственных революций исходит из того, что смысл таких революций наиболее отчетливо обозначается только в ходе их завершающей фазы. В начальной фазе ретроспективно угадываются будущие черты, но они еще не составляют ясной системы. Таким образом, название, которое мы дали третьей

<sup>6</sup> Иногда говорят об интеллектуально-машинной фазе (см., например: Рунге 2006: 83).

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 «умных» систем, которые в итоге превратятся в самоуправляемые системы.* Итак, в результате этой революции произойдет переход к широкому использованию систем, которые мы называем **самоуправляемыми**, поскольку они способны относительно самостоятельно реагировать на изменения окружающей среды и в рамках своих возможностей «принимать решения».

*Самоуправляемыми мы называем системы, которые могут регулировать свою деятельность самостоятельно, реагируя благодаря соответствующим встроенным программам и интеллектуальным (и иным) компонентам на изменения окружающей среды, 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* (подробнее о самоуправляемости см. в Главе 6).

Уже сегодня существует множество самоуправляемых в большей или меньшей степени систем, таких как искусственные спутники Земли, беспилотные самолеты, навигаторы, которые способны проложить маршрут, а водителю остается только управлять автомобилем. Наконец, все больше сообщений об автомобиле без водителя, самоуправляемом автомобиле (о чем мы еще скажем далее, в третьей части монографии). Данный пример, возможно, самый наглядный, но далеко не последний на этом пути. 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 стоимости, самостоятельно покупать и продавать их, совершать в день тысячи операций и фиксировать прибыль (подробнее о них см. в Главе 6). И это лишь немногие примеры 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 (и станет под них подстраиваться). Кроме того, они окажутся способными существенно экономить потребление энергии и ресурсов.

Далее мы еще неоднократно вернемся к характеристикам и примерам самоуправляемых систем. Сейчас сделаем предварительный вывод: во-первых, основные изменения кибернетической революции будут связаны с резким возрастанием возможностей управления различными процессами и создания самоуправляемых автономных систем, во-вторых, развитие управляемости систем можно характеризовать как главный вектор кибернетической революции. Соответственно анализ управляемых и самоуправляемых систем может опираться на идеи **кибернетики** как науки об управлении различными сложными управ-

ляемыми системами (биологическими, социальными и техническими) благодаря приему, трансформации и передаче информации<sup>7</sup>.

**Вот почему мы назвали данную революцию кибернетической**, причем связь с принципами кибернетики хорошо прослеживается не только в завершающей, но и в начальной и модернизационной ее фазах. Ниже мы подробно рассматриваем связь кибернетики и кибернетической революции.

**Управление, информация и кибернетика.** Понятия управления и информации – важнейшие для кибернетики, поскольку управление – это важнейшая часть сложных систем, и оно не может осуществляться иначе как через преобразование информации.

Между тем, как мы увидим ниже, в кибернетической революции с самого ее начала важнейшими становятся технологии, связанные с обработкой информации и все более сложными системами управления (первые ЭВМ возникли уже во второй половине 1940-х гг.). Таким образом, изменения в информационных технологиях абсолютно логично рассматривать как важнейшую характеристику начальной и последующих фаз кибернетической революции, 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. Управляемость опирается на «выбор» системы. Так, например, У. Эшби подчеркивает, что, переходя от любого состояния к состоянию равновесия, система совершает выбор в том объективном смысле, что некоторые состояния ею отвергаются, а сохраняются только те, в которые она переходит. И «в той степени, в какой каждая детерминированная система стремится к равновесию, она совершает и выбор» (Эшби 1966: 332–333; см. также: Украинцев 1972: гл. 7)<sup>8</sup>.

О понятиях выбора и решения как очень важных для характеристики самоуправляемых систем еще будет сказано в *Главе 6*. Во многих современных системах также заложена возможность выбора. В будущем сложность выбора систем возрастет. Это могут быть сложная ориентация робота в пространстве и его интеллектуальное поведение в непростых ситуациях; особая биохимическая реакция в генах, которая происходит при определенных условиях и контролируется специальным регулятором; конкретная конфигурация наносистемы, которая сможет «запоминаться» и воспроизводиться; заданное свойство живой или ис-

<sup>7</sup> См.: Винер 1983; Бир 1963; Эшби 1966; Foerster, Zopf 1962; Umpleby, Dent 1999; Теслер 2004; Глушков 1986; Веер 1994; Розанова 2009. В плане кибернетики небезынтересна и книга Станислава Лема «Сумма технологии» (Лем 1968; см. также: Могилевский 1999; Плотинский 2001; Истон 1997). Кибернетика также часто определяется как наука об информации, но сама информация при этом уже с работ Н. Винера, то есть с конца 1940-х гг., рассматривалась прежде всего как некие сигналы, с помощью которых осуществляется процесс управления. Например, кибернетика может определяться как наука об общих законах получения, хранения, передачи информации в сложных управляющих системах (Энциклопедия кибернетики... 1975: 12).

<sup>8</sup> Что касается самого понятия системы, то существует множество ее определений. От самого простого, данно-го, например, Л. Берталанфи: «Система – это набор взаимодействующих элементов» (Bertalanffy 1968), до весьма сложных (см. подборку определений в: Гайдес 2005: 24–25). Для наших целей можно использовать в качестве рабочего кибернетическое определение: *система – категория, обозначающая объект, организованный в качестве целостности, где энергия связей между элементами превышает энергию их связей с элементами других систем* (А. Ю. Бабайцев. См.: Сафронов б. г.). О системно-структурном подходе см. также: Mesarović 1964; Jones 1969; Боулдинг 1969; Эшби 1969; Щедровицкий 1964; Блауберг, Юдин 1967; 1972; Садовский 1974; Садовский, Юдин 1969а; 1969б; Аверьянов 1985; Блауберг 1997; Лисеев, Садовский 2004. См. также наш анализ понятия систем разного уровня (Гринин, Коротаяев 2009а: гл. 1).

кусственной ткани, проявляющееся в нужных условиях; поддержание необходимых для комфортного существования индивида параметров взаимодействия внутренних процессов организма и окружающей среды; регулирование сложных процессов, вроде уличного движения, в социально-техническом пространстве и т. п. При этом в самоуправляемых системах произойдет соединение характеристик живой материи/новых уровней материи (например, наноуровней) и технологических принципов.

**Интересные кибернетические модели.** В 1950–1960-е гг. были созданы интересные системы, которые показывали принципиальное сходство в реакциях технических и живых систем в поддержании определенных состояний. Пионеры кибернетики смогли продемонстрировать принципиальное сходство в моделях управления между техническими и живыми системами не только теоретически, но и путем создания относительно несложных технических моделей, которые в некоторых отношениях напоминали животных (в смысле копирования, точнее, моделирования условных рефлексов). По сути, это были автоматы, которые воспроизводили некоторые жизненные функции живого существа. Для этого такому автомату требовалось предоставить широкие возможности выбора действий, то есть создать для него программу, которая сама изменялась бы под воздействием внешних или внутренних влияний или могла бы выбирать действия. К этому и стремились подражатели жизненных функций – кибернетические машины 60–70-х гг. XX в. Мы приводим в сокращении описание поведения некоторых моделей из книги В. В. Черняка (2006: 439–446), поскольку оно дает также представление о некоторых технологиях, которые использовались (и могут использоваться) в управляемых и самоуправляемых системах.

В 1948 г. английский физиолог У. Р. Эшби сконструировал искусственное существо, названное гомеостатом. Такое название подчеркивает его сходство с биологическими системами. В физиологии существует понятие «гомеостаз», означающее относительно динамичное постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций организма человека, животных и растений (его можно охарактеризовать как саморегулирование). Одно из главных свойств всякого живого организма состоит в стремлении поддерживать состояние определенного равновесия. Это стремление остается неизменным, какое бы внешнее или внутреннее влияние ни воздействовало на существо. Если же организм не в состоянии восстанавливать это равновесие, он гибнет.

Задача гомеостата Эшби состояла в том, чтобы моделировать эту общую для живых организмов способность поддерживать равновесие (саморегулироваться). Гомеостат – это самоорганизующая, саморегулируемая система, моделирующая способность живых организмов поддерживать некоторые величины в физиологических границах, например температуру тела. Гомеостат состоит из четырех ящиков, на верхней крышке каждого из которых укреплена подвижная магнитная стрелка. Эти четыре магнитные системы имели перекрестные обратные связи. Каждая связь регулировалась при помощи кольцевого реостата с отводами, которые переключались при перемещениях магнитов. Обратим внимание, что такая конструкция обеспечивала системе несколько сотен тысяч различных состояний. Гомеостат Эшби обладал важным свойством: в какое положение его ни

приводит, он всегда находит состояние равновесия. Это следует понять так: какой бы частой или большой ни была амплитуда колебаний магнитных указателей на крышках ящиков, прибор сам, без постороннего вмешательства, способен привести их в такое состояние, при котором стрелки лишь едва-едва колеблются, можно сказать, находятся в покое. При неустойчивом состоянии магниты перемещаются, случайно изменяя схему соединений гомеостата, отыскивая новое положение, при котором достигается состояние устойчивого равновесия.

Гомеостат обладает способностью самоорганизации, то есть может в известной степени обучаться и приспосабливаться формами своего поведения к устойчивому равновесию с окружающей средой при некоторой случайности во внутреннем строении (например, при изменении параметров, связей с окружающей средой, частичной поломке).

Отдельные коробки связаны между собой посредством электропроводов, так что изменение состояния внутри одной из них воздействует на состояния в других коробках. Следовательно, достаточно с помощью ручного переключателя вывести из состояния покоя одну только магнитную стрелку, как сразу же начинают беспорядочно колебаться магнитные стрелки на остальных трех коробках. Однако во всех случаях рано или поздно прибор найдет равновесие. И поиски носят в высшей степени последовательный, систематический характер. Прибор поразительно напоминает живое существо еще и тем, что способен привыкать к помехам (анализ работы гомеостата как управляемой системы см.: Beer 1994: 289 и далее; Pickering 2004).

Искусственное животное И. А. Дейча, исследователя из Оксфордского университета, умело делать достаточно сложные вещи. Оно было способно не только проходить лабиринты разного типа: если два лабиринта, предварительно пройденные мышью, соединяли в какой-либо общей точке, оно в каждой из них находило «сало», следуя по самому короткому пути.

Американский ученый Грей Вальтер создал «механического жука» – такую «модель организма», которая приспосабливается к окружающим условиям. Это кибернетическое устройство может передвигаться – катиться на роликах по столу. Достигнув края стола, оно с помощью так называемого скользящего чувствующего органа замечает глубину и в соответствии с этим включает моторчик, находящийся у него внутри. Действие моторчика меняет направление движения – «жук» начинает двигаться теперь уже параллельно краю стола. Когда он снова достигает конца, его «рефлексообразное» бегство от глубины повторяется.

Н. Винер сконструировал искусственное насекомое – «моль и клоп», которое может воспроизводить как положительный, так и отрицательный фототропизм. Если на его фотоэлемент попадает луч света, оно мчится в направлении его источника, но едва приближается к нему вплотную, как в действие вступает другой мотор, который движет его в противоположном направлении, удаляя от источника света. Представим теперь себе, что это окажется движением к другой лампе, тогда, естественно, по прошествии некоторого времени «насекомое» снова повернет и опять направится к первой лампе. Вот так «насекомое» сначала ищет свет, подобно моли, потом прячется от него, как клоп, – практически судорожно мечется между двумя источниками света.

«Элмер» – электромеханический робот и «Элзи» – прибор, чувствительный к внешним источникам света и сохранивший внешнее и внутреннее равновесие, – это две искусственные черепахи, обладающие примечательными свойствами позитивного и негативного фототропизма. Они тоже трогаются в путь по направлению к лампе, когда свет попадает на фотоэлемент, и удаляются от нее, если освещенность превосходит некоторый предел. Что произойдет в том случае, если черепах пустить одновременно по направлению к одной и той же лампе? Можно стать очевидцем интересных явлений. Металлические оболочки обеих моделей снабжены чувствительными элементами, служащими для того, чтобы в случае столкновения сразу же менять направление движения черепах (благодаря мотору, немедленно вступающему в действие). Поэтому, когда черепахи сталкиваются, кажется, будто они ссорятся, дерутся. А когда (вследствие столкновения) они расходятся, уступая друг другу дорогу, создается впечатление, будто черепахи соревнуются друг перед другом в вежливости.

«Элмер» и «Элзи» также могут «ощущать» и голод, и сытость. В самом деле, если находящиеся в них аккумуляторы истощатся, они не изменят направления движения даже от сильного света, а будут покорно следовать на станцию пополнения электроэнергии – «ресторан», встроенный в лампу. Там они запасаются энергией: «питаются» до тех пор, пока не насытятся, то есть пока вновь не наполнятся их аккумуляторы. После этого снова вступают в силу их первоначальные «рефлексы».

«Кора» – автомат условного рефлекса – сходна с собакой Павлова. Ее можно научить по свистку двигаться в направлении источника звука. Для этого необходимо, включая лампу, одновременно издавать свист. Вначале «Кора» пускается в путь под действием света и в направлении источника света, но позднее включать лампу уже не требуется: услышав свист, она начинает двигаться в его направлении. Следовательно, теперь «Кора» ведет себя по отношению к звуку так же, как ранее по отношению к свету. У нее выработался «условный рефлекс». Тайна состоит в том, что как свет, так и свист вызывают в данном устройстве электрические преобразования. Электричество заряжает аккумулятор. Если аккумулятор заряжен в достаточной степени, избытка электричества, образующегося от действия звука, достаточно для включения мотора, который заставляет искусственное животное двигаться теперь уже по направлению к звуку. «Кора» может не только «вырабатывать» условные рефлексы, но и «забывать» их. Ведь если аккумуляторы разряжаются, она тут же теряет способность выполнять новую задачу и только после очередных упражнений приобретает ее вновь. Значит, «Кора» способна забывать так же, как и всякое другое животное, только значительно быстрее. Более того, во время выработки условного рефлекса у «Коры» появляется «ученическая нервозность», словно у студента, который беспокоеен, нетерпелив во время работы над учебным материалом.

«Филипс» – это «собака», способная разыскивать источник света. В его теле находятся два фотоэлемента. Если на один из них падает луч света, то включается мотор, который поворачивает искусственное животное относительно источника света до тех пор, пока лучи не будут попадать на оба фотоэлемента, то есть до тех пор, пока пес не окажется в положении, обращенном к свету: тогда начинается движение в сторону лампы. «Филипс» умеет делать и многое

другое. Услышав свое имя, он останавливается и даже виляет хвостом. Если поднести к нему колбасу, он замечает ее, поворачивает голову и «облизывается».

**Самоуправляемость в эволюционном аспекте.** Повторим еще раз, что кибернетика рассматривает очень широкий спектр управляемых и самоуправляемых систем. Чем шире регулярность наблюдается в различных областях реальности, тем надежнее использование этих регулярностей в научном анализе. Поэтому небезынтересно отметить, что саморегулирование наблюдается на различных уровнях природы: от наноразмерности (Makino *et al.* 1990) до популяций животных (Wynne-Edwards 1965) и обществ (Pearce 1987; Cummings 1978; Bandura 1991). Мы также полагаем, что развитие самоуправляемых систем в неживом и живом мире, обществе и технологиях может быть дополнительно исследовано и путем использования междисциплинарных эволюционных парадигм. В рамках нашей темы стоит отметить, что развитие управляемости систем представляется нам одним из наиболее важных трендов эволюции в целом. В значительной мере таковыми выступают уже звезды, способные после истощения определенных видов «горючего» переходить на другие его виды (за счет новых реакций) и соответственно поддерживать свои размеры и форму. Множество самоуправляемых систем появляется в рамках химической формы движения материи. На стадии преджизни можно найти удивительные примеры самоуправляемых систем. Естественно, что жизнь с точки зрения самоуправляемости демонстрирует нам еще более высокие ее образцы. При этом эволюция жизни идет по пути развития самоуправляемости, например формирование центральной нервной системы – путь повышения саморегуляции организма. Очевидно, саморегуляция – универсальное явление, характерное для большинства систем. Различные формы социальной организации в животном мире также демонстрируют новую ступень развития самоуправляемых систем. Нервная система во многом заменила гуморальную регуляцию как менее эффективную. Наконец, в ходе социальной эволюции способность к самоуправляемости возрастает, в том числе за счет возникновения корпораций и политических систем (включая демократию). В частности, государства, уже достигшие определенного уровня, где население связывает себя с данным государством, способны восстанавливаться даже после распада. Многочисленные примеры этого демонстрирует, например, история Китая. Такие государства мы назвали развитыми (см.: Гринин 2010б). Затем в ходе внедрения различных изобретений появились и технические самоуправляемые системы, число которых в процессе развития индустриальных обществ колоссально возросло. Таким образом, кибернетическая революция, породившая множество новых систем саморегуляции и самоуправления, может быть рассмотрена в ряду не только производственных революций, но и более длительного эволюционного развития.

Однако отметим, что в этом плане эволюция происходит не по схеме, которую разрабатывают некоторые кибернетики: живые системы – социальные – технические, при этом последние на каком-либо этапе своего развития угрожают человеку (см., например, книгу А. В. Жданко с названием, перекликающимся с нашими исследованиями, – «Эволюция управляемых систем» [Жданко 2008])<sup>9</sup>. Развитие скорее пойдет в сторону «киборгизации» человека в связи с необходимостью замены отдельных тканей, элементов и органов в результате

---

<sup>9</sup> Такой подход опирается на общую идею кибернетики о фундаментальных сходствах в системе управления в живых, социальных и технических системах.

старения, травм или генетической недостаточности. Это будет одним из магистральных направлений, хотя, по нашему мнению, оно получит широкое распространение только к концу XXI в. и никогда не дойдет до того, чтобы основа человеческого организма стала небиологической (подробнее об этом см. в следующих главах).

### **5.3. НАЧАЛЬНАЯ И СРЕДНЯЯ ФАЗЫ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ: НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ. ХИМИЯ И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО**

**Начальная (научно-информационная) фаза кибернетической революции: некоторые характеристики.** Ниже показан общий ход этой революции за шестьдесят с лишним лет с ее начала (1950-х гг.) до настоящего времени, как он представлялся современникам по мере ее разворачивания – сначала как новая научно-техническая, затем как научно-информационная революция. Этот же период – начальная и средняя фазы кибернетической революции – с точки зрения основных характеристик кибернетической революции будет проанализирован в следующей главе.

Начальную фазу кибернетической революции мы назвали научно-информационной. *Научной*, потому что наметился переход к научным методам планирования, прогнозирования, маркетинга и логистики, управления производством, распределением и обращением ресурсов, коммуникацией, а сами научные разработки стали важнейшим в смысле инновационности товаром. В целом расходы на науку и научно-исследовательские разработки стали очень крупным сектором экономики с объемом финансирования в триллионы долларов, особенно с учетом вузовской науки (см. Рис. 5.3)<sup>10</sup>. Появился новый тип предприятий – венчурные компании, которые занимаются внедрением инноваций и опираются на новейшие достижения науки<sup>11</sup>. Одновременно резко возросло влияние науки как средства производства и планирования, расходы на прикладную науку увеличились колоссально. Курс на инновации (немыслимые без НИОКР) как магистральное направление в развитии экономики взят в десятках стран.

Ощущается переход к активному использованию научных методов и подходов в самых различных областях жизни: от питания до спорта, от планирования семьи до выбора места жительства. Роль этих методов и далее будет неуклонно возрастать. Поэтому детерминатив «научный» относится не только к определению первой фазы революции, но и к определению принципа производства как *научно-кибернетического*.

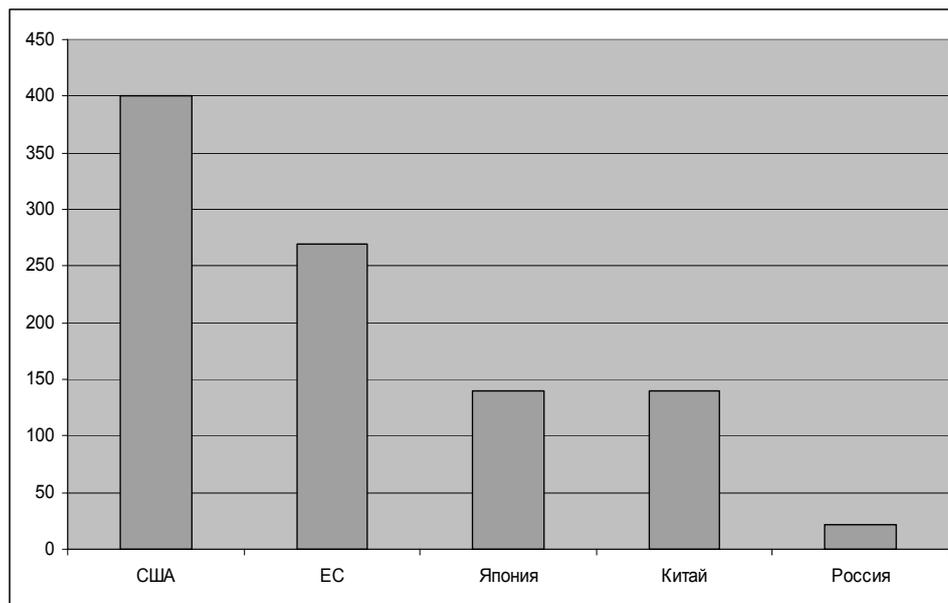
Здесь было бы кстати отметить, что тренд к созданию самоуправляемых систем возник едва ли не ранее всего именно в научной сфере, где квалифицированный труд особенно ценится. В результате наблюдения с помощью микроскопов, телескопов, сейсмографов, фиксация с помощью фото, теле- и иной аппара-

<sup>10</sup> Объемы финансовой поддержки НИОКР в мире увеличились почти в два раза: с 753 млрд долларов в 2001 г. до 1,4 трлн долларов в 2011 г. (Котляр 2014), при этом быстро растут расходы в таких странах, как Китай, Южная Корея, Индия, Бразилия.

<sup>11</sup> К слову, работа венчурных компаний сегодня во многом строится на массовости проектов, то есть убыточность одних проектов покрывается за счет успеха других. Можно предположить, что в будущем значимость этих компаний (точнее, в чем-то им подобных) возрастет, следовательно, должны появиться и новые технологии, уменьшающие риски, как появились такие технологии (хеджирования рисков) в области инвестирования и игры на биржах и площадках.

туры изменений параметров небесных сфер, метеорологии, различных природных процессов могут идти круглосуточно без непосредственного участия ученых, которые заняты только анализом полученной информации (хотя и она обрабатывается другими системами). Мы уже не говорим о сложнейших самостоятельно работающих системах, задействованных в экспериментах с субатомными частицами или самоуправляемых космических аппаратах. В целом огромное количество научной аппаратуры работает все более автономно. Таким образом, идея о научно-информационной фазе кибернетической революции как ее начальной фазе в этом аспекте получает дополнительное обоснование.

2010 г. (млрд долларов США)



**Рис. 5.3.** Расходы на НИОКР

*Источники:* Global Funding Forecast 2010: 5; Погов 2013.

*Информационной* эту фазу можно назвать потому, что роль информации и программно-информационных технологий возрастает с каждым годом, а также увеличивается доля информации в создании добавочного продукта. Сам по себе сектор, связанный с созданием, обработкой, распространением информации, включая технические и программные средства, стал одним из ведущих. А непосредственно информация является одним из важных и быстрорастущих продуктов производства (важных как в производстве, так и в потреблении). Связь науки и информации многообразна и вполне очевидна. С одной стороны, работа с информацией требует научных методов, с другой – современные сложные производственно-научные системы для своего функционирования требуют мощного и возрастающего потока информации. Кибернетическая революция началась на основе радикальных изменений, уже произошедших в передаче и трансляции информации (теле-, радио- и других форм). Канун и самое начало революции ознаменовались открытием качественно новых инноваций (компьютеров и но-

вых форм информации – двоичного кода и т. д.). Также будет кстати отметить, что именно в области информатики появились разнообразные и многочисленные самоуправляемые системы, способные сделать более крупные системы умными и гибкими. Поскольку кибернетика – это наука об информации в процессе управления, очевидно, что название *научно-информационная фаза* вполне естественно для начальной фазы кибернетической революции.

**Основные итоги научно-информационной фазы кибернетической революции.** В 1950–1960-е гг. активно развивались инновации, созданные в 1930–1940-е гг., и непрерывным потоком шли новые, которые получили широкое распространение на пару десятилетий позже.

**Подъем уже обозначившихся направлений.** В 1950–1960-е гг. ключевыми секторами нового принципа производства были новая химия (то есть химия искусственных материалов), развитие автоматизированных производств (в сталеплавлении, энергетике, машиностроении и обработке и т. д.), некомпьютерная/неинтерактивная электроника (производство радиоприемников, телевизоров, магнитофонов и пр.)<sup>12</sup> и оптика, достижения которых все активнее применялись для автоматизации производства. Можно указать также на применение новейших достижений с целью повышения продуктивности сельского хозяйства (в селекции и борьбе с вредителями) и в ряде других отраслей. В это время началась так называемая «зеленая революция» (см. ниже). Существенные изменения произошли в авиации в связи с созданием реактивных пассажирских самолетов, которые преодолели звуковой барьер, а также с увеличением вместимости пассажирских салонов (Виноградов, Пономарев 1991: 210 и др.). В указанных направлениях прорывы были уже подготовлены ранее – в 1930–1940-е гг., некоторые имели весьма солидный опыт развития. Так, например, получение синтетических материалов активно развивалось с последней трети XIX в. (Черный 2005: 134–136; Зворыкин и др. 1962; Шухардин и др. 1982: 193 и далее).

**Отличия несистемных изменений, имеющих место перед производственной революцией, от кластера изменений ее начала.** Масштабные изменения в химической промышленности неслучайно происходили в 1920–1930-е гг., то есть еще до начала кибернетической революции. Химическая промышленность была сравнительно молодой, возникшей уже на высокой стадии промышленного принципа производства, не исчерпавшей, следовательно, своих потенциалов. Однако напомним, что говорить о начале производственной революции можно только тогда, когда создается заметный и системно организованный принципиально новый сектор экономики. Революция потому и называется революцией, что в ее ходе происходят колоссальные изменения. И то, что было в общем объеме не слишком важным или даже малозаметным, стало важным или важнейшим, а рост этих направлений становится стремительным, захватывая все новые сферы. А в 1930–1940-х гг. такого еще не было (можно было вести речь лишь о передовых предприятиях и небольших подотраслях)<sup>13</sup>. Рассмотрим

<sup>12</sup> Ее также называют твердотельной электроникой в отличие от электроники будущих десятилетий (1980–1990-х гг.), электроники больших интегральных схем. (Отметим, что экономика Японии в 1950–1970-х гг. поднялась на волне развития технологий твердотельной электроники, а в Южной Корее в 1990–1990-х гг. – на волне развития технологий больших интегральных схем.)

<sup>13</sup> Вспомним, что и паровые машины использовали в течение 150 лет до создания машины Дж. Уатта.

это на примере химической промышленности<sup>14</sup>, а в следующей главе – на примере автоматизации.

➤ *Несистемное становится системой.* Как уже было сказано, революция превращает прежде несистемные (хотя и важные) изменения в основу новой системы. И если производство искусственных материалов существовало до кибернетической революции, но не было ведущим направлением, то в ее ходе стало таковым.

➤ *От случайных открытий и изобретений к целенаправленному поиску.* От случайных поисков и находок химия в 1940–1950-х гг. перешла к планомерной замене естественных дефицитных материалов другими, по качеству не уступающими или даже превосходящими их. Основной тенденцией химии стало стремление проектировать молекулярную структуру вещества с заранее заданными свойствами. Синтез подобного вещества в современной химии стал вестись уже не вслепую, а на основании глубокого изучения законов образования молекул. В результате уже в течение 10–15 лет после войны удалось создать сотни искусственных материалов, заменяющих металл, дерево, шерсть, шелк, стекло и многое другое. Количество модификаций искусственных материалов поражает воображение. Уже к концу 1950-х гг., например, был разработан синтез 25 тыс. типов каучуков с различными свойствами (Зворыкин и др. 1962: 668)<sup>15</sup>. Значительно выросло и число композиционных материалов<sup>16</sup>.

➤ *Синтез новых направлений в единую систему.* Для химической промышленности особенно важна комплексная автоматизация. Поэтому вовсе не случайно автоматизация на первых порах достигла особых успехов именно в химической промышленности. В частности, были полностью автоматизированы процессы температуры, давления, состава, скорости протекания реакций, так как только это может обеспечить стабильность процессов, а также безопасность в отношении протекания опасных и вредных процессов. Подчеркнем, что здесь налицо также рост управляемости системы промышленного химического производства.

➤ *Глубина изменений.* В ходе бурного развития кибернетической революции выявляется разница между прежними похожими технологиями и возникшими или особенно развившимися в ходе революции. Так, первые искусственные материалы, такие как целлулоид и искусственный шелк, производились из природных материалов (сырья, в частности, шелк из целлюлозы), а производство материалов из синтетического сырья началось только в самом конце 1920-х – начале 1930-х гг., причем их широкое производство стартовало только с 1940-х гг. Речь идет о так называемом органическом синтезе и полимеризации, которая была разработана в 1930-х гг., а затем была оформлена теория полимеров. Таким образом, в отношении химии в ходе кибернетической революции происходил *переход от ис-*

<sup>14</sup> При описании изменений в химической промышленности нами использовались характеристики и данные из книги: Зворыкин и др. 1962.

<sup>15</sup> Мировое производство синтетических смол и пластмасс возросло с 1950 по 1974 г. с 1,6 млн т до 46 млн т, то есть почти в 29 раз, в том числе в США – с 1 млн до 13 млн т, в Японии – с 18 тыс. до 7 млн т, в ФРГ – с 84 тыс. до 8,5 млн т и в СССР – с 67 тыс. до 2,5 млн т. За это же время мировое производство химических волокон возросло с 1,7 млн т до 12,3 млн т, в том числе в СССР – с 24,2 тыс. до 887 тыс. т, то есть в 36,7 раза (Паршаков 1997, со ссылкой на: Хейнман 1977: 187, 188).

<sup>16</sup> Например, известный композиционный материал кевлар-49, созданный в 1965 г. С. Кволек, состоит из нитей стекла, нейлона, бора, углерода и смол. Кевлар применялся для изготовления бронежилетов (Шейпак 2009, кн. 1: 59).

пользования природного химического сырья к искусственному. Теперь искусственное волокно было почти полностью произведением промышленности<sup>17</sup>. А технологическая цепочка искусственности удлинялась. При этом важно отметить: если в старых технологиях происходило сначала разрушение сложных молекул, например клетчатки, чтобы затем образовались новые, то в процессе синтеза, наоборот, из простых молекул получают сложные (Зворыкин и др. 1962: 660).

➤ *Изменение иерархии важности производств и компонентов.* Так, характерной чертой новейшей химической технологии является применение распространенных элементов, ранее использовавшихся в малых масштабах, и превращение их в основу химической технологии, а также использование в качестве основы этой промышленности углеводов.

➤ *Также на вооружение берутся новые методы воздействия:* высокое давление (тысячи атмосфер), глубокий вакуум (до тысячных долей атмосферы), высокие температуры (тысячи градусов), низкие температуры (близкие к абсолютному нулю), использование электроразрядов, ультразвука, радиоактивных излучений, лазеров и др.<sup>18</sup>

➤ *Более тонкое воздействие на все более глубоком уровне вещества.* В этом отношении интересно возникновение лазерной химии, суть которой в воздействии не на температуру вещества, а на энергию определенных слоев молекул, благодаря чему можно осуществлять относительно точечное воздействие на вещество, разрывать молекулы в нужном месте, тем самым ускоряя многие химические процессы и осуществляя реакции, которые раньше считались невозможными.

Чтобы по-настоящему управлять химическими реакциями, инициировать именно те реакции, которые желательны, а не те, которые происходят при нагревании, нужно возбуждать не электронные, а колебательные уровни молекул, и притом вполне определенные колебательные уровни, так как разным связям в молекуле соответствуют разные наборы колебательных частот. Возможность сугубо избирательного воздействия на химические связи молекул появилась с созданием мощных лазеров, генерирующих энергию в инфракрасном диапазоне частот, то есть на частотах, соответствующих переходам между колебательными уровнями молекул. Крайне важно, что нагревание колебательных уровней с помощью лазеров происходит очень быстро. Первые лазерные химические реакции были произведены в конце 1960-х гг. Позже удалось добиться, чтобы лазерное излучение в химии выполняло следующие функции: подготовка реагентов, перевод их в нужные возбужденные колебательные состояния, после чего реакция идет в заданном направлении и с нужной скоростью; использование методов лазерной спектроскопии для идентификации продуктов реакции и анализа их состояний; воздействие на сам ход химической реакции в очень короткий (в наносекунды) промежуток времени, когда совершается акт столкновения генерирующих молекул (Тарасов 1988: 183–186).

<sup>17</sup> В нанохимии уже происходит новый переход – создание практически полностью искусственных соединений с использованием готовых атомов.

<sup>18</sup> Без этого создать большую номенклатуру новых материалов было невозможно. В частности, число веществ, способных к самопроизвольной полимеризации, не очень велико. Обычно для осуществления реакции необходимы специальные условия (температура 200 °С и давление 1200–3000 атм.), а также катализаторы (Зворыкин и др. 1962; см. также: Мухленов и др. 1984).

**Успехи сельского хозяйства.** Неспособность обеспечить быстрорастущее население продовольствием было одной из самых главных проблем развивающихся стран. В этом отношении было проведено много мероприятий (включая внедрение новой агрономии, техники, знаний и т. п.), и в целом – несмотря на неудачи в отдельных случаях – развивающиеся страны существенно продвинулись в данном направлении. В числе наиболее успешных мероприятий можно отметить «зеленую революцию» – комплекс изменений в сельском хозяйстве развивающихся стран в 1940–1970-х гг., которые привели (и продолжают вести) к значительному увеличению мировой сельскохозяйственной продукции (Thirtle *et al.* 2003; Pingali 2012)<sup>19</sup>. Этот комплекс включал в себя использование достижений генетики, селекции и физиологии растений для активного выведения более продуктивных сортов растений, применение удобрений, пестицидов, современной техники. Другой компонент «зеленой революции» – давно знакомая азиатским странам ирригация, которой с началом «зеленой революции» в ряде стран стали уделять особое внимание.

Начало этой революции было положено во время Второй мировой войны в соседней с США Мексике в 1943 г. внедрением сельскохозяйственной программы мексиканского правительства и Фонда Рокфеллера (таким образом, эти изменения начальной фазы кибернетической революции также были подготовлены до ее начала, получив затем огромное распространение). Крупнейших успехов по этой программе достиг Норман Борлоуг (2001 г.), который селекционировал множество высокоэффективных сортов пшеницы, в том числе с коротким стеблем, устойчивую к полеганию. К 1951–1956 гг. Мексика полностью обеспечила себя зерном и начала его экспорт, за 15 лет урожайность зерновых в стране выросла в 3 раза. Разработки Борлоуга были использованы в селекционной работе в Колумбии, Индии, Пакистане, в 1970 г. Борлоуг получил Нобелевскую премию мира. В 1963 г. на базе мексиканских исследовательских учреждений был создан Международный центр улучшения сортов пшеницы и кукурузы (СИММУТ), активно способствующий распространению «зеленой революции». Мексика стала ее родиной неслучайно и в неслучайное время, поскольку США реально были заинтересованы в улучшении продовольственного обеспечения данной страны в условиях войны и послевоенного времени. (Не стоит также забывать, что до 1946 г. Филиппины были подчинены США, поэтому они также не случайно стали одной из успешных стран «зеленой революции».)

«Зеленая революция» касалась не только развивающихся стран, но особое значение имела именно для них, особенно для Мексики, Кореи, Индии, Пакистана, Индонезии, Шри-Ланки и ряда других государств. Преимущественно это страны с очень большим или довольно большим населением, где пшеница и (или) рис служат основными продовольственными культурами. Быстрый рост их населения привел к еще большему увеличению нагрузки на пахотную землю, и без того уже сильно истощенную. В отсутствие свободных земель, при реальном малоземелье, преобладании мелких и мельчайших крестьянских хозяйств с низкой агротехникой более 300 млн семей в этих странах в 60–70-е гг. XX в. находились в достаточно тяжелом положении, нередко на грани выживания, либо даже испытывали хронический голод (Стопа 2010). Вот почему «зеленая революция» была воспринята в развивающихся странах как реальная попытка найти выход из создавшегося критического положения. Удалось вывести сорта

<sup>19</sup> Термин «зеленая революция» введен бывшим директором АМР США У. Гаудом в 1968 г.

риса и других злаков, приспособленных к особенностям конкретных стран (Филиппин, Индии и т. д.), которые во много раз превосходили по урожайности прежние. Когда-то в Китае (начиная с периода династии Сун и особенно в период династии Цин) были выведены особо урожайные и скороспелые сорта риса, которые позволили довести население этой страны с 40–50 млн до невероятных (даже по сегодняшним меркам) размеров – 400 млн человек (см.: Но Ping-ti 1956; Perkins 1969: 38; Shiba 1970: 50; Bray 1984: 491–494, 598). В период «зеленой революции» прогресс в аграрных технологиях шел во многих странах третьего мира гораздо быстрее (кстати, «зеленая революция» не коснулась в этот период Китая, который реально страдал от нехватки продуктов в результате коммунистических экспериментов, достижения агротехники и селекции там были использованы на три десятилетия позже). Успехи были впечатляющими и даже поразительными. Так, всего за пять лет (с 1966 по 1971 г.) удалось увеличить на 60 % производство риса на Цейлоне, в Индии и Филиппинах, увеличить производство пшеницы в Индии почти в 2,5 раза, более чем вдвое увеличилось производство кукурузы в Марокко (Стопа 2010). В целом в течение более 50 последних лет третий мир стал свидетелем исключительного роста урожайности зерновых, несмотря на возрастающую нехватку земли и рост ее стоимости. Хотя население более чем удвоилось, производство зерновых выросло более чем втрое лишь с 30 %-ным увеличением обрабатываемой площади (Wik *et al.* 2008; Pingali 2012). Между 1960 и 2000 гг. урожайность во всех развивающихся странах поднялась на 208 % для пшеницы, 109 % – для риса, 157 % – для кукурузы, 78 % – для картофеля и 36 % – для маниока (FAO 2004; Pingali 2012). В меньшей степени на первых этапах был реализован третий компонент «зеленой революции» – собственно индустриализация сельского хозяйства, то есть применение машин, удобрений, средств защиты растений, поскольку он требует гораздо больше времени. Но прогресс в этом отношении стал более заметным в 1980–1990-е гг., он продолжается до сих пор. В целом за вторую половину XX в. производство сельскохозяйственной продукции в Азии увеличилось в 4,8 раза, а население выросло в 2,6 раза (Потапов и др. 2008: 41; Wik *et al.* 2008; см. также: Борисов 1999). Наиболее значительных успехов в развитии агросферы добивались на различных этапах Республика Корея, Таиланд, Тайвань, КНР (как уже сказано, с 1980-х гг.). Объем сельскохозяйственного производства в Таиланде, в частности, вырос за полвека (1950–2000 гг.) почти в семь раз (Королев 2003: 590–592; Swaminathan 1993; Evenson, Gollin 2003; Thirtle *et al.* 2003; Renkow, Byerlee 2010; Ecker *et al.* 2011).

#### **5.4. НАЧАЛЬНАЯ И СРЕДНЯЯ ФАЗЫ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ: АВТОМАТИЗАЦИЯ КАК ЭТАП ПЕРЕХОДА К САМОУПРАВЛЯЕМЫМ СИСТЕМАМ**

Как уже говорилось, еще в 1920–1940-е гг. началось движение к созданию первых управляемых систем, которые большую часть времени работали автономно и автономно выполняли основную часть функций. Они требовали только определенного контроля над ними и перенастройки. *Процесс автоматизации, который считали главным на заре кибернетической революции, по сути, был частью указанного процесса перехода к управляемости и самоуправляемости в производстве (позже в быту, в коммунальном пространстве, повседневной жизни). Появление науки кибернетики в 1940–1950-е гг. и развитие автоматизации – это тесно связанные вещи, так как кибернетика была научным ответом на успехи автоматизации.* К концу XX в. автоматизация проникает во все сферы

человеческой жизни. При автоматизации машина оснащается автоматическими контрольными устройствами, которые позволяют ей как бы «наблюдать» за результатами своей работы и принимать «решения», что ей делать дальше. Таким образом, машина обретает способность самостоятельно выполнять длинную цепь сложных операций. В этом случае она уже не нуждается в операторе. Роль человека теперь сводится к конструированию и созданию машины, а также к поддержанию ее в рабочем состоянии (Лилли 1970).

**Автоматизация до начала кибернетической революции.** Корни автоматизации можно искать в самом процессе механизации, так как автоматизация – это, с одной стороны, высшая форма механизации, а с другой – переход к созданию самоуправляемых систем. В этом смысле автоматизация по типу и роли напоминает разделение труда в мануфактурах, которое было переходом к машинному производству на фабриках (см. *Главу 4*). Некоторые станки-автоматы, на которых несколько инструментов подводятся к изделию в определенной последовательности автоматически, а изделие автоматически же проходит через ряд позиций, на каждой из них подвергаясь одной или нескольким операциям обработки, стали появляться в 1860–1890-х гг. Уже перед Первой мировой войной появились первые автоматизированные универсальные токарные станки, на которых заготовка проходит последовательно через шесть-восемь позиций, причем на каждой такой позиции ее можно подвергать операциям сверления, точения, нарезания, проточки и развертки (Лилли 1970; Шейпак 2009: 99–102). В 1920–1930-х гг. усилилась тенденция к изучению возможностей высокоавтоматизированного машинного оборудования. Токарные станки и другие машины для обработки резанием оснащались приборами и приспособлениями для измерения размеров, которые автоматически останавливали работу этих машин, когда размеры изделия доводились до нужной величины. Многие фирмы в 1930-е гг. в США, Германии, Англии, Канаде, СССР стали выпускать автоматические (и полуавтоматические) станки. Одним из примечательных достижений автоматики стала автоматическая литейная машина, созданная на основе литейных машин, способная сделать 4 млн отливок в год. Также стали применять фотоэлементы, которые получили широкое использование в таких операциях, как сортировка и отбраковка риса, сои и сигар, выявление и отбраковка консервных банок без этикеток при их выходе из этикетировочного автомата и др. В целом это был период широкого распространения станков-автоматов. Но прогресс шел в сторону создания не отдельных станков, а системы автоматических станков. Предпринимались первые попытки создания автоматических линий, используя автоматическую передвижку продукции для дальнейшей обработки. *Но важно отметить, что тенденция к созданию автоматических машин в 1920-х и 1930-х гг. все же ограничивалась областями, в которых по той или другой причине проблемы автоматического управления и регулирования поддавались сравнительно простому урегулированию* (Лилли 1970). Возможно, исключением была автоматизация гидроэлектростанций, первые крупные работы по автоматизации и телемеханизации таких станций были проведены в 1920-х гг. (Белькинд и др. 1960: 602). Но уже в ходе кибернетической революции удалось создать системы автоматизации, при которых можно было обходиться без дежурного персонала (Там же).

**Автоматизация в начале кибернетической революции. 1940-е – середина 1950-х гг.** Машину-автомат мы можем рассматривать лишь как управляемую систему, хотя она и работает в значительной мере автономно. Но в случае создания автоматических линий, число которых стало быстро расти (особенно учитывая рост автомобильной и других массовых отраслей), мы уже имеем дело с чем-то, стоящим ближе к самоуправляемой системе. Для перехода к таким линиям требовалось организовать технологический процесс, чтобы обеспечить автоматическое перемещение детали от машины к машине, включение и выключение привода и т. д. Именно в этом и состоит принцип автоматизации транспортных операций (хотя, естественно, на практике все получается сложнее). В 1940-е и особенно 1950-е гг. это был самый простой и распространенный вид автоматизации. Например, во Франции на заводах «Рено» с 1946 по 1954 г. было установлено более 600 автоматических станочных линий. В Англии автомобильная компания «Остин Моторз Компани» приступила в 1954 г. к автоматизации производства и установила на заводах компании 60 автоматических станочных линий, не считая 43 автоматических линий, где детали проходили обработку (Зво-рыкин и др. 1962: 554, 555). Но в США продвинулись в это время дальше, достигнув стадии использования объединенных станочных линий, соединенных автоматическим конвейером длиной до 500 м и более (Там же). Тем не менее работники еще использовали для наблюдения за процессом.

Вершиной этого периода стали первые заводы-автоматы. Часто пишут, что первым таким заводом в 1950 г. стал завод-автомат в СССР, который обслуживался 9 рабочими в смену и производил в сутки 3500 поршней для автомобильных двигателей. На этом заводе автоматически, без вмешательства людей, плавился металл, который затем отливался и отжигался. Далее процесс описывался таким образом. Отливки автоматически испытываются на прочность, затем передаются на отрезной станок. После этого заготовки направляются к металлообрабатывающим станкам: фрезерным, сверлильным, токарным, шлифовальным. После изготовления поршней их очищают, лудят, проверяют на прочность изготовления, смазывают, заворачивают в бумагу и упаковывают в коробки. И все это делали автоматы. В 1954 г. подобный завод-автомат был построен в США (Лилли 1970). Появились такие и в Англии, и в других странах. Но развитие заводов-автоматов не стало ведущей тенденцией<sup>20</sup>. Больших успехов достигла автоматизация электроэнергетических систем, в частности позволяющая автономно решать проблемы, связанные с изменением нагрузки, выходом из строя тех или иных энергоузлов и т. п. (см.: Белькинд и др. 1960: 603).

**Новый этап** условно можно датировать 1960–1970-ми гг. Этот этап развития автоматического управления был связан с соединением возможностей ЭВМ и техники. Он характеризуется внедрением в системы регулирования и управления электронных элементов и устройств автоматики и телемеханики. Это обусловило появление высокоточных систем слежения и наведения, телеуправления и телеизмерения, системы автоматического контроля и коррекции.

<sup>20</sup> Хотя об этом как о главном направлении будущего производства писалось очень много. Это еще раз показывает, как трудно предвидеть конкретные формы разворачивания технологического процесса. Это нужно иметь в виду при прогнозах и сегодня. Множество интереснейших и на первый взгляд перспективнейших инноваций по разным причинам не получают значительного развития, а другие, на которые, может быть, никто и не будет ставить изначально, вырастут в магистральные направления.

*Таким образом, происходит очень важный переход от контроля над работой за счет различных механических и электромагнитных эффектов до выделения функции управления в отдельный блок (программа), а также наделяния автоматической системы определенными сенсорными органами за счет теле- и других устройств. То есть налицо качественный переход от автоматизации прежнего электромеханического уровня к автоматизации, которая уже реально становится частью процесса самоуправления за счет электроники.*

Одним из результатов объединения ЭВМ и металлообрабатывающего станка стал станок с числовым программным управлением (ЧПУ), который позволяет без вмешательства человека устанавливать заготовку, обрабатывать ее различными инструментами и отправлять готовое изделие на дальнейшую обработку.

В это же время (1960–1970-е гг.) начинается и конструирование роботов. Но достижение робототехникой определенной зрелости приходится на 1980–1990-е гг. В дальнейшем промышленная автоматизация уже была неразрывно связана с роботизацией.

**Развитие автоматизации с конца 1970-х гг.** Помимо развития робототехники автоматизация на производстве особенно активно развивалась по пути создания автоматизированных систем управления технологическим процессом, в частности в автоматизированных системах диспетчерского управления, автоматизации складского дела, транспортировки грузов и т. п. Это было связано в том числе с огромным прогрессом в компьютеризации и программировании. Здесь также можно говорить об автоматизации обширных систем связи на АТС в рамках целых стран. Именно в этот период создаются различные мощные системы, такие как объединенные энергетические системы. К 1990 г. в состав ЕЭС СССР входили 9 из 11 энергообъединений страны, охватывая 2/3 территории Советского Союза, где проживало более 90 % населения. Но работа в области крупных энергосистем началась существенно раньше – еще в 1960-е гг.

**Автоматизация в модернизационной фазе кибернетической революции.** Современный этап начинается с 1990-х гг. Вследствие развития дальней связи (Интернета) начался новый этап, позволяющий объединить в систему отдельные функции предприятий, находящихся на большом расстоянии друг от друга, особенно в финансовой, информационной, бухгалтерской областях. Также это позволило объединить в одну систему и контролировать работу людей, находящихся в разных странах мира. Особо нужно отметить автоматизацию новых видов связи (например, сотовой), что позволило создать множество различных автоматизированных моделей продаж, управления, контроля и т. п., а в целом способствовало движению и в направлении создания самоуправляемых систем. Налицо также мощнейшая автоматизация бытовых приборов, медицины и биотехнологий (о чем мы скажем далее).

## **5.5. НАЧАЛЬНАЯ И СРЕДНЯЯ ФАЗЫ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ: ИНФОРМАТИКА И ДРУГИЕ НАПРАВЛЕНИЯ**

**Возникновение новых направлений.** В 1950–1960-е гг. было сделано множество выдающихся усовершенствований, с помощью которых уже созданные технологии (например, телевидение) смогли стать массовыми.

**Электроника.** Рассмотрим это на примере развития электроники<sup>21</sup>. Реально она стала развиваться с изобретением радио, когда появились диодные и триодные лампы, но с развитием электронных приборов и машин объем, общая масса и ненадежность ламп стали сильнейшим тормозом для дальнейшего усовершенствования данной электроники. После того как в 1948 г. был изобретен транзистор, то есть полупроводниковый триод (Д. Шокли, У. Бардин, Д. Барттейн), где был использован новый принцип регулирования движения сигналов, начался второй этап развития электроники. Наконец, в 1957 г. была создана планарная технология (то есть сборка на одной плоскости, точнее, сборка деталей в полупроводниковой пластине таким образом, что в наборе переходов все они выходят на одну плоскость). Это существенно упростило сборку, точнее, даже позволило обходиться без сборки в прежнем смысле, так как все элементы создаются в одинаковых условиях и формируются в единой системе, это повысило возможность защиты от внешних воздействий. С появлением новых технологий (в частности, пленочной, при которой некоторые контакты могут быть изготовлены в виде пленок) возникла интегральная микросхема. В результате начался новый (третий) этап в развитии электроники. Значительно повысилась надежность, ранее недостаточная, из-за технологии спайки и сварки. Отсюда начался и путь не просто к миниатюризации (важнейшей черте кибернетической революции), а к микроминиатюризации. В основу микроминиатюрных изделий были положены новые принципы науки и техники. Количество объединенных таким образом элементов стало расти колоссальными темпами. К настоящему времени, как мы увидим далее, число чипов в микросхемах поражает воображение.

**Роботы.** Достижения, появившиеся уже после начала кибернетической революции, давали более старым направлениям новый импульс. Промышленные автоматы создавались достаточно давно. Но только в 1962 г. фирмы «АМФ Версат-Ран» и «Юнимейшн Инкорпорейтед» выпустили первых промышленных роботов. Их применение на производстве доказало эффективность роботизации промышленности. Именно с промышленными роботами был связан новый виток автоматизации, уже на основе достижений собственно кибернетической революции (подробнее история робототехники изложена в *Главе 11*).

**Лазеры.** К числу совершенно новых изобретений можно отнести, например, видеомагнитофон (изобретение которого относят к 1956 г.), лазеры, атомные электростанции. При этом темпы промышленного внедрения нововведений, и до того ускорившиеся, стали просто стремительными. Так, например, первые лазеры были созданы в 1960 г. (Теодор Мейман создал первый лазер на рубиновой основе; Али Джаван создал газовый лазер на гелий-неоновой основе). А их промышленный выпуск начался уже в 1965 г., когда только в Америке более 460 компаний взялись за разработку и создание лазерных установок (Рыжов 2006). В целом лазеры стали применяться во многих областях техники, науки и медицины (в том числе, как мы видели, и в химии).

**Развитие ИКТ.** Как известно, первый компьютер «Марк-1» появился (после трех лет доводок и испытаний) в 1944 г. и был расположен в стенах Гарвардского университета. Однако он работал на релейном принципе, то есть

<sup>21</sup> Некоторые данные относительно периодизации ее развития взяты из: Чернозубов 1989.

еще не был электронной машиной<sup>22</sup>. Первой электронно-вычислительной машиной стала ENIAC – ЭВМ, созданная в 1946 г. под руководством конструкторов Дж. Маучли и Дж. Эккерта на основе электронных ламп. По сравнению с компьютером «Марк-1» ENIAC работал более чем в тысячу раз быстрее. Работой отдельных блоков последнего управлял задающий генератор, который распределял последовательность тактовых или синхронизирующих импульсов, эти импульсы «открывали» и «закрывали» соответствующие электронные блоки машины (Гуттер, Полунов 1981). Работать над ним стали еще в годы войны, что, собственно, и обеспечило финансирование громадного проекта. В 1940–1950-е гг. работа над усовершенствованием ЭВМ шла очень интенсивно в США, Англии, СССР и других странах, что было по-прежнему связано с военными и другими государственными заказами, в том числе космическими (историю отечественной вычислительной электроники см., например: Малиновский 1995). В 1960-е гг. ЭВМ стали повсеместным явлением, продолжая вызывать удивление общества. Но главный прорыв в виде массовой компьютеризации произошел несколько позже. При этом происходила весьма характерная для производственной революции интеграция изобретений в один процесс: в частности, на базе работы процессора удалось объединить достижения, сделанные в оптике (монитор, фото- и видеокамера), множительной технике (принтер и сканер), передаче информации (модем, телекс, достижения в области электронных платежей и т. п.), теории передачи информации (см. об этом: Винер 1983) и целом ряде других изобретений (включая позже и телефон). Правда, наибольший размах это получило уже в конце начальной и в средней фазе революции.

Одновременно с развитием компьютерной техники шла разработка программирования в разных странах. В 1950–1960-е гг. произошло значительное продвижение в области программирования, создания новых языков и уменьшения размеров ЭВМ. В конце 1960-х гг. появился даже прообраз Интернета, а именно: в 1969 г. была создана APRANET – первая территориальная компьютерная информационная сеть, которая первоначально состояла из четырех компьютеров и объединяла Калифорнийский университет в Лос-Анджелесе, Калифорнийский университет в Санта-Барбаре и университет Солт-Лейк-Сити в штате Юта. Именно данная концепция объединения сетей в дальнейшем переросла в Internet. Но реально прообраз мировой сети был создан позже – в 1980-е гг. В частности, годом рождения сети Интернет считается 1982 г. (или 1986 г., когда возникла NSFNET – первая высокоскоростная компьютерная информационная сеть, на основе которой впоследствии был создан глобальный международный Internet).

**Разные направления.** Из других неуказанных направлений, активно проявившихся уже к концу научно-информационной фазы кибернетической революции, упомянем развитие различных видов множительной техники, оптики, атомную энергетику, био- и медицинские технологии, освоение космоса, земных недр.

**Средняя (модернизационная) фаза революции.** Обретение кибернетической революцией прочной инновационной базы, подъем, который реализует уже

<sup>22</sup> Отметим, что релейные машины еще некоторое время в течение 1950-х гг., иногда не без успеха, конкурировали с электронными (см., например: Апокин, Майстров 1990: 237)

собственные инновации нового принципа производства, потребовали более мощного их распространения мире. Это стало одной из причин стремительности процесса, который называют глобализацией.

**Мощное распространение информатизации.** Если в 1980-е гг. компьютеры (и тем более Интернет) еще не стали господствующими не только в мире, но даже и в передовых странах, то в 1990-х гг. ситуация коренным образом изменилась. Одним из показателей этого в данный период стал бум новых фирм, так называемых доткомов (Гринспен 2009; Самуэльсон, Нордхаус 2009: 32, 126; Кобяков, Хазин 2003; Бреннер 2014: 471–492; Гринин, Коротаев 2009а: 203–206)<sup>23</sup>. Акции этих новых, до того неизвестных фирм взлетели на тысячи процентов. Бум обернулся крахом многих доткомов в начале 2000-х гг. Но это, естественно, не остановило развития ИКТ, а также новых способов и форм связи и копирования (пейджеров, факсов, мобильной связи, новых видов принтеров и копиров). Это и есть признак модернизационной фазы производственной революции – широкое распространение и усовершенствование достижений предшествующей инновационной фазы. С середины 90-х гг. XX в. начался настоящий бум, который ознаменовался широким распространением удобных в обращении компьютеров, средств связи, развитием Интернета, а также формированием макросектора услуг, среди которых важнейшее место стали занимать информационные и финансовые услуги.

**Разные направления и их синтез.** Из более новых направлений, сформировавшихся во второй половине начальной фазы (1960–1970-е гг.), но особенно активно развившихся в 1990–2000-е гг., следует указать новую энергетику (на нетрадиционных источниках: солнечную, ветровую, геотермальную), усовершенствование методов добычи полезных ископаемых (например, разработка морского шельфа), что резко расширило объемы используемых месторождений, переработку топлива (в частности, сжижение природного газа), а также био- и медицинские технологии, робототехнику (подробнее о них см. в третьей части). На основе космических технологий, помимо развития системы связи и коммуникаций, также получили развитие усовершенствования в геологии и метеорологии. При этом важной чертой эпохи, которая совпадает с базовой характеристикой модернизационной фазы, можно считать **усиление синтеза** достижений предшествующих десятилетий: химии искусственных материалов, миниатюризации, космических технологий, оптики, энергосбережения и массы других направлений. Этот синтез привел к качественно новой ситуации. Современный автомобиль является прекрасным образцом такого синтеза, а если он оснащен навигатором, в работе которого используются космические технологии, то синтез становится и вовсе полным.

**Модернизационная фаза, глобализация и выравнивание уровней развития стран мира.** Модернизационная фаза, согласно теории производственных революций, делает новый принцип производства ведущим, широко распространяет его в мире, преобразует в гораздо более обширную систему. Соответственно инновации распространяются массово. В то же время глубина инноваций меньше, чем в предшествующий период. Поскольку для массового распространения инноваций и вовлечения новых регионов в научно-кибернетический принцип про-

<sup>23</sup> От .com. Dot (англ.) – точка, com – соответственно конец адреса компании.

изводства слишком большое различие в уровнях развития становится препятствием, *происходит некоторое выравнивание уровней развития прежде значительно различающихся по экономическим показателям регионов*. Это объясняет более высокие темпы роста периферии по сравнению с ядром Мир-Системы в 1990-е и особенно 2000-е гг., в том числе за счет перемещения из развитых стран в отстающие производств, характерных для предшествующих укладов (подробнее о разнице в темпах роста см. в *Приложении 2*).

Этому предшествовали крупные качественные изменения в сфере обслуживания финансов (перемещение финансов с помощью электронных переводов, электронное обслуживание клиентов, кредитные карты и пр.). Все это привело к так называемой финансовой революции, связанной с возможностью мгновенного перемещения капиталов в любую точку мира и параллельным ростом открытости для этого границ (см. подробнее: Доронин 2003; Михайлов 2000; Рубцов 2000; 2011; Гринин, Коротаев 2009а; 2014; Grinin, Korotayev 2010). А мощный рост объемов и скорости финансовых потоков в мире стал инструментом финансовой и иной глобализации и выравнивания уровней развития<sup>24</sup>.

Выравнивание экономических уровней в мире будет активно продолжаться, захватывая все новые сферы, в течение всей средней фазы кибернетической революции (см. подробнее: *Приложение 2*; см. также: Гринин 2013а; 2014а; Grinin, Korotayev 2015а). Но помимо экономического требуется также политическое и культурное выравнивание уровней. Сближение экономического и политического развития различных регионов и стран мира – весьма сложный и болезненный процесс, без которого, однако, завершающая фаза кибернетической революции будет задержана (либо ее начало отодвинется, либо она затянется по времени). Поэтому предполагая, что она начнется в 2030–2040-х гг., мы исходим из того, что к этому времени произойдут значительные перемены в социально-политическом ландшафте мира.

---

<sup>24</sup> Вспомним, что и в период, когда глобализация только формировалась (в XV–XVII вв., как раз на стыке первого и второго этапов промышленного принципа производства), именно торгово-денежные отношения создали прочные глобальные связи и прообраз капиталистической Мир-Системы.