

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Кафедра бизнес-информатики и систем управления производством

В.Е. Пятецкий
А.Л. Генкин

Индустриальные системы как объекты экономики и управления

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ в области экономики, менеджмента, логистики и бизнес-информатики в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 080500 «Бизнес-информатика»



ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ

Москва 2014

УДК 65.01
П99

Рецензенты :

д-р экон. наук, проф. *Е.Д. Корицунова* (МГТУ «СТАНКИН»);
д-р техн. наук, проф. *Н.Н. Бахтадзе* (Институт проблем управления РАН);
канд. экон. наук *Д.В. Исаев* (НИУ ВШЭ)

Пятецкий, В.Е.

П99 Индустриальные системы как объекты экономики и управления : учеб. / В.Е. Пятецкий, А.Л. Генкин. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2014. – 235 с.

ISBN 978-5-87623-814-6

Рассмотрены основы современных представлений о производстве и технологиях, понятиях менеджмента и экономики, а также их взаимосвязи. Охарактеризованы особенности производственной системы как объекта управления. Для оценки эффективности индустриальных систем проанализированы их технико-экономические показатели, рассмотрены задачи и возможности моделирования и оптимизации технологических и бизнес-процессов. Рассмотрены перспективы развития управления индустриальными системами, в том числе с использованием современных корпоративных информационных систем.

Соответствует программе курса «Индустриальные системы как объекты экономики и управления».

Предназначен для студентов и аспирантов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 080500 «Бизнес-информатика», а также может быть полезен специалистам в системе дополнительного профессионального образования в этой области.

УДК 65.01

ISBN 978-5-87623-814-6

© В.Е. Пятецкий,
А.Л. Генкин, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
1. Из истории экономических учений	7
1.1. Эволюция экономических систем и их современная характеристика	7
1.2. Технологические уклады.....	12
2. Системное начало производства.....	25
2.1. Индустриальные системы в микроэкономике	25
2.2. Производственная система	32
3. Технологические основы производства продукции	39
3.1. Характеристика производственного процесса на предприятии.....	39
3.2. Основы организации производства	50
3.3. Классификация технологий и отраслей.....	58
4. Оценка эффективности индустриальных систем	67
4.1. Техничко-экономические показатели индустриальных систем	67
4.2. Моделирование и оптимизация производства.....	75
5. Стратегия управления основными показателями конкурентоспособности продукции предприятия	88
5.1. Управление качеством продукции	88
5.2. Управление ресурсосбережением	107
6. Индустриальные системы в традиционных отраслях производства.....	121
6.1. Индустриальные системы в металлургии.....	121
6.2. Индустриальные системы в других традиционных отраслях производства.....	150
7. Технологии будущего	175
7.1. Информационные технологии и процессы	175
7.2. Лазерные технологии.....	181
7.3. Нанотехнологии	184

8. Индустриальные системы как объекты управления..... 190

8.1. Информационные системы управления производством..... 190

8.2. Перспективы развития управления индустриальными
системами..... 202

Библиографический список 225

Глоссарий (основные использованные понятия)..... 227

ПРЕДИСЛОВИЕ

Развитие современной экономики невозможно без интенсификации и модернизации производства. В связи с этим возникает потребность в повышении качества обучения студентов, необходимость уже на первых курсах ознакомления их с основами современного производства и технологий, понятий менеджмента и экономики, а также их взаимосвязи. Уровень технологии в любой отрасли производства оказывает решающее влияние на его экономические показатели. Чтобы управлять современным производством, обеспечивать связь его подразделений, надо иметь конкретное представление о самом производстве, его структуре, технологических процессах, на которых оно основано. Для этого необходимо дать характеристику современного производства и его особенностей, в доступной форме изложить базовые принципы и организационные основы технологических процессов.

Целью создания данного учебника является формирование знаний о теории и практике развития индустриальных систем как объектов управления технологическими и бизнес-процессами. В соответствии с поставленной целью, задачами данного учебника является ознакомление с методами анализа технологических основ производства продукции, а также стратегии управления основными показателями конкурентоспособности продукции предприятия.

Для решения этих задач в первом разделе проведен краткий экскурс в историю и эволюцию экономических систем, рассмотрена роль технологических укладов в развитии современной экономики. Далее рассмотрены взаимосвязанные элементы хозяйственной деятельности предприятия, рассматриваемой как система, охарактеризованы особенности производственной системы как объекта управления. Дана характеристика производственного процесса на предприятии, приведена классификация технологий и отраслей. Для оценки эффективности индустриальных систем проанализированы их технико-экономические показатели, рассмотрены задачи и возможности моделирования и оптимизации технологических и бизнес-процессов.

Затем приводятся основные положения, характеризующие стратегию управления основными показателями конкурентоспособности продукции предприятия: управление качеством, ресурсо- и энергосбережением. Представлена классификация индустриальных систем в традиционных для России отраслях промышленности (металлур-

гия, машиностроение и др.), а также технологий будущего (информационные, лазерные и нанотехнологии).

В заключительном разделе в рамках рассмотрения индустриальных систем как объектов управления предложена классификация и характеристика информационных уровней интегрированной автоматизированной системы управления предприятием. Проанализированы перспективы развития управления индустриальными системами, в том числе с использованием современных корпоративных информационных систем. Основные понятия и определения, использованные в настоящем учебнике, представлены в глоссарии. В конце каждого раздела приводятся контрольные вопросы для мониторинга и закрепления изученного материала. Библиографический список содержит ссылки не только на труды известных ученых и специалистов, но и авторов настоящего учебника.

С учетом изложенного, предлагаемый учебник соответствует современным требованиям подготовки специалистов в области бизнес-информатики. Это обусловлено тем, что в результате усвоения учебного материала данной книги читатель должен приобрести новые знания о концептуальных основах архитектуры предприятия и информационных системах управления им; уметь выбирать рациональные информационные системы для управления технологическими и бизнес-процессами; моделировать, анализировать и совершенствовать технологические и бизнес-процессы, владея навыками решения оптимизационных задач с ограничениями.

1. ИЗ ИСТОРИИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УЧЕНИЙ

1.1. Эволюция экономических систем и их современная характеристика

Источником происхождения понятия «индустриальная система» является теория индустриализма – экономического учения, рассматривающего идеи технологической трансформации общества. В данном контексте термин «индустриальная» переводится как «промышленная, производственная», а «система» – как совокупность всех экономических процессов, совершающихся в обществе на основе сложившихся в рассматриваемый период отношений собственности и хозяйственного механизма. Эти процессы связаны с развитием новых технологий, ключевым фактором которых являются политические и законодательные реформы, наличие природных и трудовых ресурсов, а также изменения в философском плане и мировосприятии.

Общество, в котором преобладают те или иные экономические отношения, носит название «экономическая система» и представляет собой совокупность взаимосвязанных и определенным образом упорядоченных элементов экономики. Соответственно, экономика – это совокупность производственных отношений, исторически определенный способ производства, а экономическая деятельность – совокупность действий на разных уровнях хозяйствования, в результате которых люди удовлетворяют свои потребности посредством производства и обмена материальными благами и услугами.

Раздел экономической науки, посвященный изучению крупномасштабных экономических явлений и процессов, относящихся к экономике страны и ее хозяйству в целом, называется *макроэкономикой*. Предметом макроэкономики являются обобщающие показатели роста, темпы увеличения или уменьшения величин, характеризующих экономику страны, и происходящие в ней экономические процессы, структурные пропорции.

Область экономической науки, связанная с изучением относительно маломасштабных экономических процессов, субъектов, явлений, в основном предприятий, фирм, предпринимателей, потребителей, их хозяйственной деятельности, экономических отношений между ними, отдельных рынков, называется *микроэкономикой*. Микроэкономика

изучает также рыночное поведение субъектов, отношения между ними в процессе производства, распределения, обмена, потребления.

Современная экономическая теория классифицирует экономические системы *в историческом ракурсе* как доиндустриальные, индустриальные и постиндустриальные системы. Границами, отделяющими экономические системы друг от друга, являются промышленная и научно-техническая революции.

Доиндустриальное общество характеризуется господством натурального сельскохозяйственного производства. Человек был включен в биологические циклы природы, вынужденно подстраиваясь под них и соизмеряя свои действия с биологическим ритмом сельскохозяйственного производства.

Индустриальное общество характеризуется совершенствованием искусственно созданных человеком орудий труда, что, безусловно, способствовало преодолению зависимости человека от природы, созданию предпосылок для перехода от естественных производительных сил к общественным. Развитие системы орудий труда, техники позволило человеку увеличить меру власти над внешней природой. Техника выступает как «вторая природа», преобразованная человеком.

Индустриальное общество предполагает следующие признаки:

- 1) высокий уровень развития техники и технологии;
- 2) приоритет крупных корпораций в экономическом развитии;
- 3) крупные размеры производства и его специализация;
- 4) сосредоточение власти крупных корпораций в руках ученых и управляющих;
- 5) рост масштабов и усложнение структуры производства, рост роли работников умственного труда.

Постиндустриальное общество – это общество, в экономике которого, в результате научно-технической революции и существенного роста доходов населения, приоритет перешел от преимущественного производства товаров к производству услуг. Производственным ресурсом становятся информация и знания. Научные разработки становятся главной движущей силой экономики. Наиболее ценными качествами являются уровень образования, профессионализм, обучаемость и креативность работника.

Соответственно, постиндустриальное общество характеризуют следующие особенности:

1) переход экономики от производства товаров к производству услуг;
2) преобладание среди занятых работников профессиональных специалистов и техников;

3) ведущая роль теоретических знаний.

Анализируя изложенное, можно сделать следующие выводы.

Доиндустриальный способ организации общества основан на:

- трудоемких технологиях;
- использовании мускульной силы человека;
- навыках, не требующих длительного обучения;
- эксплуатации природных ресурсов (в частности, сельскохозяйственных земель).

Индустриальный способ основан на:

- машинном производстве;
- капиталоемких технологиях;
- использовании немускульных источников энергии;
- квалификации, требующей длительного обучения.

Постиндустриальный способ основан на:

- наукоемких технологиях;
- информации и знаниях, как основном производственном ресурсе;
- творческом аспекте деятельности человека, непрерывном самосовершенствовании и повышении квалификации в течение всей жизни.

Основой могущества в доиндустриальную эпоху были земля и количество зависимых людей, в индустриальную – капитал и источники энергии, в постиндустриальную – знания, технологии и квалификация людей. Следует отметить, что при переходе от одной стадии к другой новый тип общества не вытесняет предшествующие формы, но делает их второстепенными.

Теория «индустриального общества» возникла в 40-х годах XX в. Ее родоначальником можно считать американского экономиста П. Дракера, опубликовавшего в этот период ряд трудов, в которых возникновение индустриального общества он связывает с появлением и ростом корпораций.

Становление «индустриальной системы» П. Дракер относит к XX в. Ее основу создают большие предприятия и корпорации, которые осуществляют массовое производство. «Индустриальная система» знаменует переход к «индустриальному обществу», а центральным институтом «индустриального общества» является большое специализированное предприятие.

Наиболее разработанный вариант теории «индустриального общества» принадлежит американскому экономисту Д. Гэлбрейту, который, помимо признания его заслуг в США, стал так же в 1988 г. иностранным членом Академии наук СССР. Одна из основных его работ – «Новое индустриальное общество» (1967 г.), последнее издание которой на русском языке опубликовано в 2004 г. [1].

В своей концепции Д. Гэлбрейт выделяет такие характерные черты индустриального общества, как функционирование «индустриальной системы», ведущий институт – корпорация, активная роль государства, использование планирования, слияние крупных корпораций с государством. Д. Гэлбрейт вводит понятие «индустриальная система», которую считает главным элементом западного общества и под которой понимает «ту часть экономики, которая характеризуется наличием крупных корпораций», где корпорация – крупное предприятие, занимающее сильные, близкие к господствующим, позиции в той или иной хозяйственной области. Крупная корпорация трактуется как олигополия, осуществляющая «несовершенную конкуренцию», т.е. неполную монополию. Корпорация рассматривается Д. Гэлбрейтом как непосредственное порождение «совершенной техники».

Во главе зрелой корпорации находится не собственник, а техноструктура, в которую Д. Гэлбрейт включает ученых, инженеров и техников, торговых и рекламных агентов, экспертов по общественным связям, лоббистов, адвокатов, людей со специальными знаниями, координаторов, управляющих и представителей исполнительной власти. Он считает, что с приходом техноструктуры целью деятельности становится рост фирмы. Впоследствии данная установка рассматривается как цель планирующей системы и всего общества.

Для индустриального общества, по мнению Д. Гэлбрейта, характерно слияние мира крупных корпораций с государством, осуществляющим значительные экономические функции.

В 1970-х годах теории индустриального общества и его многочисленных разновидностей (электронного общества, цивилизации третьей волны, технотронной эры и пр.) положили начало новому этапу индустриализма в экономической науке – постиндустриализму. Особое распространение получили теории постиндустриального общества американского ученого Д. Белла.

Д. Белл отводит науке и знаниям решающую роль в переходе к постиндустриальному обществу. Он считает, что если главными чертами

индустриального общества выступают капитал и труд, то в постиндустриальном обществе – информация и знания. Наука растворяет в себе капитализм, и экономика уже не является промышленной.

Постиндустриальное общество – это общество интеллектуалов, «познающее общество», в котором первостепенное значение придается всестороннему развитию его членов. В нем главную роль начинают играть теоретические знания, поэтому его основной проблемой, как считает Д. Белл, являются вопросы организации науки.

Трансформация охватывает и формы собственности на средства производства, и социальную структуру общества. Однако в концепции Д. Белла частная собственность перестает быть центральным институтом, и ведущее значение приобретает сфера услуг, так называемый третичный сектор, функционирующий вне бизнеса и правительства, и в котором не ставится цель извлечения прибыли.

В настоящее время постиндустриальными странами называют, как правило, те, в которых на сферу услуг приходится значительно более половины валового внутреннего продукта (ВВП). Под этот критерий попадают, в частности, США, страны Евросоюза, Австралия, Япония и Канада. Россия также (но с некоторой натяжкой) соответствует указанному критерию.

Относительное преобладание доли услуг над материальным производством не обязательно означает снижение объемов производства. Просто эти объемы в постиндустриальном обществе увеличиваются медленнее, чем увеличиваются объемы оказанных услуг.

Под услугами следует понимать не только торговлю, коммунальное хозяйство и бытовое обслуживание, любая инфраструктура создается и содержится обществом для оказания услуг: государство, армия, право, финансы, транспорт, связь, здравоохранение, образование, наука, культура, интернет. К сфере услуг относится производство и продажа программного обеспечения. Покупатель не обладает всеми правами на программу. Он пользуется ее копией на определенных условиях, т.е. получает услугу.

Постиндустриальная теория, во многом, была подтверждена практикой. Как и было предсказано ее создателями, общество массового потребления породило сервисную экономику, а в ее рамках наиболее быстрыми темпами стал развиваться информационный сектор хозяйства.

В постиндустриальной экономике наибольший вклад в стоимость материальных благ, которые производятся именно внутри этой экономики, вносит конечная составляющая производства – торговля, реклама, маркетинг, т.е. сфера услуг, а также информационная составляющая в виде патентов, НИОКР и т.д.

Кроме того, все большую роль играет производство информации. Этот сектор экономически эффективнее материального производства, так как достаточно изготовить первоначальный образец, а затраты на копирование незначительны.

В постиндустриальном обществе резко возрастает прикладная роль научных исследований, в том числе фундаментальных. Основным двигателем технологических изменений стало внедрение в производство научных достижений.

В постиндустриальном обществе наибольшее развитие получают наукоемкие, ресурсосберегающие и информационные технологии («высокие технологии»). Это, в частности, микроэлектроника, программное обеспечение, телекоммуникации, робототехника, производство материалов с заранее заданными свойствами, биотехнологии и др. Информатизация пронизывает все сферы жизни общества: не только производство благ и услуг, но и домашнее хозяйство, а также культуру и искусство.

К особенностям современного научно-технического прогресса теоретики постиндустриального общества относят замену механических взаимодействий электронными технологиями; миниатюризацию, проникающую во все сферы производства; изменение биологических организмов на генном уровне.

Главный тренд изменения технологических процессов – возрастание автоматизации, постепенная замена неквалифицированного труда работой машин и компьютеров.

1.2. Технологические уклады

Рассмотрим вначале роль технологических укладов в развитии цивилизаций, а затем на этом фоне экономику в широком смысле слова. В современных экономических словарях *технологический уклад* (ТУ) трактуется как совокупность технологий, характерных для определенного уровня развития производства. При этом в связи с научным и технико-технологическим прогрессом происходит переход от более

низких укладов к более высоким, прогрессивным. В этих же словарях понятие «технология» трактуется как совокупность приемов и способов изготовления и применения техники и преобразования природных веществ в продукты промышленного и бытового применения.

По мнению ведущих ученых в области естественных и технических наук С.Ю. Глазьева, Г.Е. Кричевского и многих других, подтвержденному практическим опытом, уровень технологий, их реализация, потребность в них определяли и определяют развитие цивилизации на протяжении нескольких тысячелетий [2]. Экономическая деятельность является вторичной, производной от технологий, которые определяют ТУ, уровень производительных сил и производственные отношения, а, следовательно, и экономику.

Взгляды этих ученых опираются на труды советского ученого Н.Д. Кондратьева, который еще в 1920-е годы выдвинул теорию больших циклов развития мировой экономики, которые и определяют, в свою очередь, неизбежность, цикличность кризисов и не только экономических. Кризисы объясняются, в значительной степени, недооценкой роли технологий, недоиспользованием научно-технического прогресса (НТП), опозданием с коммерциализацией и продвижением в реальный сектор экономики и на рынок новой продукции и инновационных технологий. Все это и приводит к инерции бизнеса в переносе инвестиций на освоение в реальном секторе экономики высокопродуктивных прорывных инноваций конкурентоспособной продукции.

Понимая под ТУ комплекс освоенных революционных технологий, инноваций, изобретений, обеспечивающих количественный и качественный скачок в развитии производительных сил человеческого общества, можно констатировать, что проблема формирования экономического кризиса лежит все же в сфере технологий [2, 3]. Накопленные сегодня знания позволяют предположить, что экономический кризис возникает в период между осознанием необходимости отказа от действующего ТУ и осуществления поворота общества к освоению нового. Как известно, инновации (технологии) бывают двух видов. Первый – это *революционные* (прорывные), заменяющие инновации (технологии), пионерные, направленные на создание новых продуктов, товаров, услуг или других материальных благ. Второй – это *эволюционные*, улучшающие (продолжающие) инновации (технологии), направленные на совершенствование уже освоенных товаров,

услуг и продуктов. В данной связи важно обратить внимание и переосмыслить в современных условиях теорию Н.Д. Кондратьева о волнообразном характере социально-экономического развития в соответствии с его представлениями о коротких, средних и длинных волнах.

Исходя из этой теории, экономический кризис возникает при совпадении впадин коротких, средних и длинных волн, которое происходит в последний период существования нашей цивилизации каждые 40–60 лет и приходится на период смены ТУ. Опираясь на свою теорию, Н.Д. Кондратьев предсказал возникновение депрессии 1930-х годов. Из его теории вытекало также и возникновение сегодняшнего экономического кризиса, а также последующего экономического кризиса в 2040–60-х годах. Рассмотрим более подробно ТУ, которые и обеспечивали революционные скачки в производительности труда и качестве жизни во всех отраслях.

С.Ю. Глазьев в своем докладе, посвященном награждению его в мае 2011 г. золотой медалью имени известного американского ученого С. Кузнецца «За вклад в теорию экономического развития и эконометрику», отметил [4], что исследование процессов экономического развития в контексте крупномасштабных технологических сдвигов должно исходить из видения экономической динамики как сочетания разнообразных факторов воспроизводства экономического потенциала, дающего сложную, разнообразную и во многом непредсказуемую картину. При этом долгосрочное технико-экономическое развитие по своему содержанию представляет процесс последовательного замещения крупных комплексов технологически сопряженных производств – ТУ. Каждый такой уклад представляет собой целостное и устойчивое образование, в рамках которого осуществляется воспроизводственный цикл, включающий добычу и получение первичных ресурсов, все стадии их переработки и выпуск набора конечных продуктов, удовлетворяющих соответствующему типу общественного потребления. Жизненный цикл ТУ охватывает около столетия, при этом период его доминирования в развитии экономики составляет около 40 лет, причем по мере ускорения НТП и сокращения длительности научно-производственных циклов этот период постепенно сокращается. Развитие ТУ носит нелинейный характер и может быть представлено в виде последовательности двух логистических кривых (рис. 1.1), первая из которых

(предыдущий ТУ) отражает рост производств нового ТУ в эмбриональной фазе (в условиях доминирования предыдущего уклада), а вторая (настоящий ТУ) – в фазе зрелости, в которой этот уклад замещает предыдущий и становится основным носителем экономического роста.

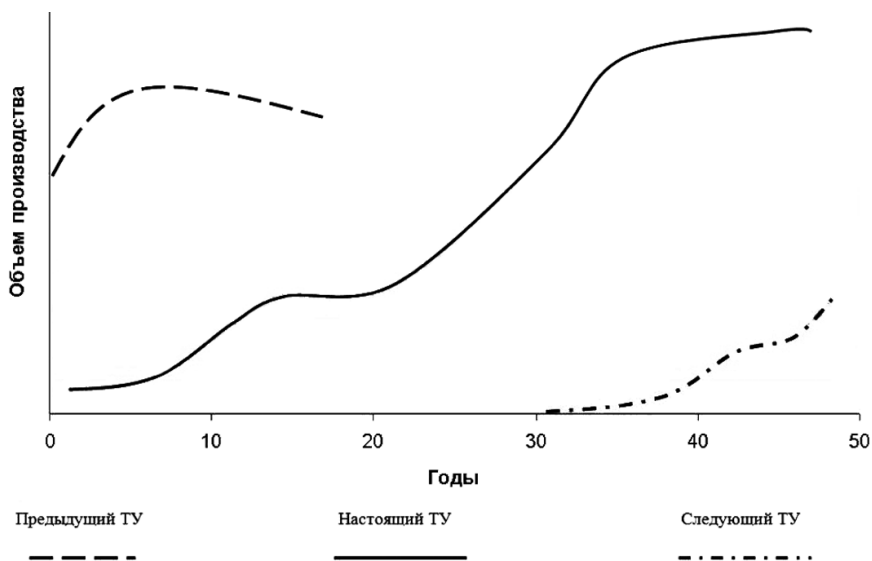


Рис. 1.1. Жизненный цикл ТУ

Каждый ТУ обладает сложной структурой, состоящей из элементов различного функционального значения. Комплекс базисных совокупностей технологически сопряженных производств образует *ядро ТУ*. Технологические нововведения, определяющие формирование ядра ТУ и революционизирующие технологическую структуру экономики, получили название «ключевой фактор». Отрасли, интенсивно использующие ключевой фактор и играющие ведущую роль в распространении нового ТУ, являются его *несущими отраслями*.

К настоящему времени, по мнению С.Ю. Глазьева, в мировом технико-экономическом развитии (начиная с промышленной революции XVIII в.) можно выделить жизненные циклы пяти последовательно сменявших друг друга ТУ, включая доминирующий в структуре современной экономики информационный ТУ (рис. 1.2, табл. 1.1).

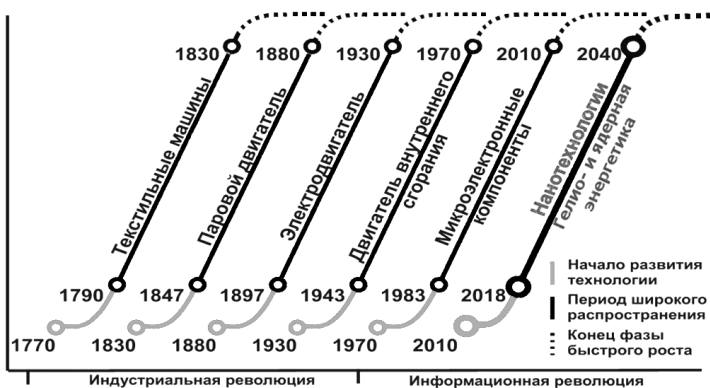


Рис. 1.2. Смена ТУ в ходе современного экономического развития

Ключевыми факторами доминирующего сегодня ТУ являются микроэлектроника и программное обеспечение. В число технологических совокупностей, формирующих его ядро, входят электронные компоненты и устройства, электронно-вычислительная техника, радио- и телекоммуникационное оборудование, лазерное оборудование, услуги по обслуживанию вычислительной техники. Генерирование технологических нововведений, определяющих развитие этого ТУ, происходит внутри указанного комплекса отраслей и опосредовано сильными нелинейными обратными связями между ними.

В настоящее время, как следует из сложившегося ритма долгосрочного технико-экономического развития, этот ТУ близок к пределам своего роста: всплеск и падение цен на энергоносители, мировой финансовый кризис – верные признаки завершающей фазы жизненного цикла доминирующего ТУ и начала структурной перестройки экономики на основе следующего уклада. Сегодня формируется воспроизводственная система *нового, шестого* ТУ, становление и рост которого будет определять глобальное экономическое развитие в ближайшие два–три десятилетия.

Рассматривая периодизацию больших технологических циклов, авторы [2–4] отмечают, что на ранних стадиях развития общества доминировали так называемые *доиндустриальные* уклады, базировавшиеся на мускульно-ручной и конно-ручной энергетике, в основе которой лежала *мускульная энергия (сила) животных и человека*.

Таблица 1.1

Хронология и характеристики технологических укладов

	Номер хронологического уклада					
	1	2	3	4	5	6
Период доминирования	1770–1830	1830–1880	1880–1930	1930–1970	1970–2010	2010–2050
Технологические лидеры	Великобритания, Бельгия	Великобритания, Франция, Бельгия, Германия, США	Германия, США, Великобритания, Франция	США, СССР, Западная Европа, Япония	США, ЕС, Япония	США, ЕС, Китай, Япония, Россия (?)
Развитые регионы	Европа	Европа	Европа и Россия, Северная Америка, Япония	Европа и СССР, Северная Америка, Япония, новые индустриальные страны (НИС)	Европа и Россия, Северная Америка, НИС, Бразилия, Австралия	Евразия, Америка, Австралия
Ядро TU	Текстильная промышленность, текстильное машиностроение, выплавка чугуна, обработка железа, строительство каналов, водной двигатель	Паровой двигатель, железнодорожное строительство, транспорт, машино- и пароводостроение, угольная, станковая инструментальная промышленность, черная металлургия	Электротехническое, тяжелое машиностроение, производство и прокат стали, линии электропередач, неорганическая химия	Автомобильное и тракторостроение, цветная металлургия, производство товаров длительного пользования, синтетические материалы, органическая химия, производство и переработка нефти	Электронная промышленность, вычислительная, опτικο-волоконная техника, программное обеспечение, телекоммуникации, роботостроение, производство и переработка газа, информативные услуги	Нанозлектроника, молекулярная и нанопотоника, наноматериалы и наноструктурированные покрытия, наноботехнология, наносистемная техника

Номер хронологического уклада						
	1	2	3	4	5	6
Ключевой фактор	Текстильные машины	Паровой двигатель, станки	Электродвигатель	Двигатель внутреннего сгорания, нефтехимия	Микроэлектронные компоненты	Нанотехнологии, клеточные технологии
Формируется ядро нового уклада	Паровые двигатели, машиностроение	Электроэнергетика, тяжелое машиностроение, неорганическая химия	Автомобилестроение, органическая химия, производство и переработка нефти, цветная металлургия, автodorожное строительство	Радиоэлектроника, авиастроение, газовая промышленность	Нанотехнологии, молекулярная биология, геновая инженерия	
Преимущества данного Ту по сравнению с предшествующим	Механизация и концентрация производства на фабриках	Рост масштабов и концентрации производства на основе использования парового двигателя	Повышение гибкости производства на основе использования электродвигателя стандартизация производства, урбанизация	Массовое и серийное производство	Индивидуализация производства и потребления, повышение гибкости производства	Резкое снижение энерго- и материальности производства, конструирование материалов и организмов с заранее заданными свойствами

Основу этих ТУ составляли изобретения, усиливающие мускульные возможности человека и животных: колесо, рычаг, винт, редуктор, гончарный круг, меха в кузницах и многие другие приспособления.

С наступлением эры машин начался так называемый индустриальный период развития земной цивилизации. *Первый* индустриальный ТУ, судя по динамике появления великих изобретений, базировался на *использовании энергии воды*. Постепенно появились основанные на этой энергетике новые технологии в текстильной промышленности и сельском хозяйстве (например, водяные мельницы, приводы механизмов). Изменился и быт, из которого стали исчезать простейшие, основанные на мускульной силе орудия для переработки зерна и других пищевых продуктов. Пик развития этого ТУ по разным оценкам приходится на конец XVIII – начало XIX в.

Второй индустриальный ТУ основан на использовании *энергии пара и угля* (изобретена паровая машина, паровой двигатель, локомотив), что привело к развитию железнодорожного паровозного транспорта, пароходства, механизации производства. Эта волна приходится, в основном, на вторую половину XIX в. во всех отраслях экономики, созданию трансмиссий для привода различных механизмов. В сельском хозяйстве появились паровые мельницы и другие использующие энергию пара машины, существенно повысившие производительность труда и в значительной мере высвободившие человека от тяжелого ручного труда. В быту граждан стали применяться отвечающие этому ТУ устройства: самовары, титаны и другие, в том числе металлическая посуда, появившаяся в результате индустриализации этого промысла.

Третий индустриальный ТУ (1880–1930 гг.) базируется на использовании *электрической энергии*, развитии на этой основе тяжелого машиностроения, электротехнической и радиотехнической промышленности. По мере освоения возможностей, заложенных в данном ТУ, на базе использования электроэнергии были изобретены и внедрены радиосвязь, телеграф и другие пионерные инновации, обеспечившие дальнейшее развитие промышленности, создание рабочих мест, подъем материального, культурного и жилищно-бытового уровня, а также других параметров качества жизни граждан. Электрификация существенно преобразила быт граждан: появились осветительные приборы, радио, радиоприемные устройства и другая бытовая техника.

Четвертый индустриальный ТУ (1930–1970 гг.) базируется на использовании *энергии углеводородов*, на изобретении и применении *двигателя внутреннего сгорания*, электродвигателя и развитии на этой основе автомобиле-, тракторо- и самолетостроения с дальнейшим использованием энергетики нефтепродуктов, изобретении синтетических материалов. Начала свое развитие ядерная энергетика.

Реализация сценариев четвертого ТУ существенно изменила облик производства и быта граждан. Этот уклад в силу появившейся техники – тракторы, механизмы на электрической тяге и т.п. – резко повысил производительность сельскохозяйственного производства и качество жизни граждан, жилища которых приобрели новый дизайн, в обиходе появилась отвечающая ТУ бытовая техника, малогабаритные механизмы для обработки сельхозсырья, электробритвы, пылесосы, стиральные и посудомоечные машины, музыкальные устройства и комплексы и т.д.

Пятый индустриальный ТУ (1970–2010 гг.) опирается на возможности *электронной и атомной энергетики*, инновациях в области микроэлектроники, информационных технологий, генной инженерии, биотехнологий, приведших к освоению космического пространства, появлению спутниковой связи и других возможностей человека. Сейчас трудно себе представить производство и быт граждан во всех сферах жизнедеятельности без видео- и аудиотехники, сотовых телефонов, Интернета и т.д. Да и глобализация экономики стала возможной в результате технической революции на основе освоения изобретений пятого ТУ: резко возросла скорость перемещения по миру продукции и капитала. Так, скорость осуществления платежей в любую точку мира составляет секунды, в реальном режиме времени осуществляются операции на фондовых площадках мира, через спутники связи осуществляется дистанционное управление технологическими операциями на рудниках, приисках, сельхозполях, расположенных на отдаленных территориях, движением кораблей, автомобилей и т.п.

Шестой ТУ (2010–2040 гг.) наступает внахлест на пятый ТУ, его называют постиндустриальным. Нано- и биотехнологии, наноэнергетика, молекулярная, клеточная и ядерная технологии, нанобиотехнологии, биомиметика, нанобионика, нанотроника и дру-

гие наноразмерные производства; новая бытовая техника; виды транспорта и коммуникаций; использование стволовых клеток; инженерия живых тканей и органов; восстановительная хирургия и медицина; существенное увеличение продолжительности жизни человека и животных.

Следует отметить важную характеристику смены ТУ: открытие, изобретение всех новшеств начинается значительно раньше их массового освоения, т.е. их зарождение происходит в одном укладе, а массовое использование в следующем. Другими словами, имеет место инерция делового и политического мышления бизнеса и политэлиты. Капитал перемещается в новые технологические сегменты экономики, в которых менеджмент готов к перемещению. Все, что создано в предыдущем ТУ, не исчезает в следующем, оставаясь уже недоминирующим. Если бизнес и политическое руководство не чувствуют изменений в лидирующих позициях новых технологий, характерных для нового уклада и продолжают инвестировать в старые производства, то возникает или продолжается кризис, так как капитал, инвестиции, менеджмент не успевают за инновациями. В результате продукция остается неконкурентоспособной. Следовательно, инновации, революционные технологии должны вовремя подкрепляться капиталом на всех стадиях: новые идеи, новые технологии, новая продукция с высокой добавленной стоимостью, продвижение продукции на рынок, получение прибыли, инвестиций в новые идеи и т.д. Все это может быть реализовано только при здоровой (без криминала) конкуренции во всех областях деятельности человека (политика, бизнес, наука, искусство, культура и т.д.).

Возвращаясь к теории больших циклов развития мировой экономики Н.Д. Кондратьева, отметим, что еще в 1934 г. известный австрийский ученый Й. Шумпетер связал ТУ с его циклами.

На рис. 1.3 в форме циклов показано содержание 4-го и 5-го ТУ и начало зарождения 6-го уклада, в котором нано-, био- и информационные технологии будут формировать, изменять экономику, социальную и культурную сферы.

Опосредовано со сменой ТУ сменяются циклы развития науки (табл. 1.2).



Рис. 1.3. Естественный цикл развития макротехнологий по Н.Д. Кондратьеву

Таблица 1.2

Циклы развития науки

Годы	Циклы	Ключевые принципы
1600–1800	Механистическое естествознание	Рационализм. Секуляризация науки. Научно-техническая революция
1800–1900	Эволюционизм	Закон сохранения энергии. Второе начало термодинамики. Происхождение биологических видов
1900–1960	Релятивизм. Квантовая механика	Принципы квантовой механики и теории относительности. Строение ДНК. Структура вещества
1960–2000	Компьютерная революция	Физика твердого тела. Генная инженерия. Молекулярная биология. Универсальный эволюционизм
2000–(2030)	Нелинейная наука. Физика квантового вакуума	Протоструктуры реальности. Универсальное космологическое поле. Квантовая биология

В последнее время экономисты все чаще обращаются к работам Н.Д. Кондратьева, который утверждал, что в каждом технологическом цикле особенно успешно функционируют передовые в технологическом отношении отрасли [3]. В конце каждого цикла то, что на по-

верхности выглядит рекордными прибылями, на самом деле является погашением капитала, в котором более не нуждаются отрасли, переставшие развиваться. Подобная ситуация может длиться годами, после чего следует неожиданный кризис, в результате которого лидеры делового мира, застигнутые врасплох, внезапно лишаются преимуществ на рынках. Наступают несколько лет застоя, пока новые, зарождающиеся технологии не будут способны создать достаточного количества рабочих мест. Экономисты подчеркивают, что никто и, прежде всего, ни одно правительство не может значительно изменить ход этого процесса.

Таким образом, с точки зрения макроэкономики очевидно, что уровень технологий оказывает существенное влияние на ход экономического развития не только отдельных стран, но и целых регионов (см. табл. 1.1). Примером сказанному являются так называемые НИС, к которым прежде всего относятся Республика Корея, Сингапур, Тайвань, Гонконг, Малайзия, Таиланд, Индонезия, Филиппины и другие страны азиатского региона, а также Аргентина, Мексика, Чили и другие страны латиноамериканского региона. В этих странах за последние десятилетия произошел качественный скачок социально-экономических показателей, а экономика за короткий срок совершила переход от отсталой, типичной для развивающихся стран, к высоко-развитой. Общими чертами НИС являются: появление собственных транснациональных корпораций, уделение большого внимания образованию, использование высоких технологий и, как следствие, высокие темпы экономического развития.

Грамотно используя закономерности эволюции экономических систем и ТУ, можно не только прогнозировать наступление экономических кризисов, но и в максимальной степени учитывать их негативное и позитивное (такое также случается) последствие. Кризис образует исходный момент для новых массовых капиталовложений: он обесценивает основной капитал в традиционных отраслях, понуждает к обновлению основного капитала на новой технической базе. Происходящий во время кризиса моральный износ капитала заставляет предпринимателей повернуться к новым технологиям, что и расчищает путь для массовых инвестиций в них, а следовательно, и обеспечивает экономический подъем.