

Глава 2

Эмпирические основания эконодинамики

В этой главе обсуждаются понятия и концепции, введенные исследователями в течение длительного периода развития экономических наук (Vlaug, 1997) и необходимые для описания явлений общественного производства и экономического роста. Главная цепочка определений выглядит следующим образом: *продукт – выпуск – инвестиции – производственное оборудование (основной капитал)*. Последнее понятие обозначает оценку совокупности реальных средств производства: зданий, инструментов и машин, используемые в процессе производства. Я старался придерживаться традиционного понимания всех терминов, чтобы можно было использовать для оценки справедливости утверждений доступные статистические оценки соответствующих величин. В этой и последующих главах, для иллюстрации используются собранные в приложениях **В** и **С** временные ряды для некоторых величин в экономиках США и России.

2.1 О классификации продуктов

Если исследователи желают иметь детальное описание функционирования производственной системы, то разнообразие экономической деятельности должно быть принято во внимание, для чего необходима некоторая классификация продуктов, соответственно которой вся производственная система разбивается на отрасли (сектора) (Leontief, 1936, 1941, 1980; Sraffa, 1975; Pasinetti, 1977). Разделение экономики на отрасли может быть различным, число отраслей зависит от целей, ко-

торые преследует исследователь. Так, для текущего описания и планирования, экономика может быть разделена на не более чем несколько сотен отраслей. Пример рабочей классификации может быть найден в приложении А: номенклатурный список продуктов и отраслей включает, по-возможности, все виды деятельности. Тем не менее, в любом обществе вне официального учёта, несмотря на тенденцию к расширению областей учёта (см., например, Eurostat, 2013), остается тeneвая (невидимая для официальной статистики) экономическая деятельность, к которой относят неотчуждаемую хозяйственную деятельность (работу для себя: приготовление пищи, уборку квартиры, мелкий ремонт бытовой техники) и нелегитимную (в том числе, криминальную) деятельность.

Для анализа основных явлений народное хозяйство может быть разбито всего на несколько отраслей (Leontief, 1941, 1986). Удобной оказывается трёх-отраслевая модель, которая обобщает используемую в Советском Союзе схему производства с двумя подразделениями (отраслями): первое подразделение выпускало средства производства, второе – предметы потребления. Следуя Марксу (1867), в Советском Союзе полагали, что деятельность учителей, врачей, адвокатов, финансистов, чиновников и многих других членов общества не является производительной, то есть не создаёт стоимости, и не возникает необходимости включения такого рода деятельности в схему производства. В настоящее время исследователи пришли к убеждению, что для более полного описания функционирования производственной системы следует учитывать деятельность всякого рода, создающую не только материальные, но и нематериальные продукты¹, и потому простейшая модель производственной системы состоит из трех секторов:

1. Первый сектор поглощает природные ресурсы и использует свои собственные продукты и продукты второго сектора для производства средств производства и всех материальных продуктов, необходимых для производства во всех отраслях. В сектор вклю-

¹Следует заметить, что формальная необходимость введения третьего сектора в двухсекторную схему Маркса была осознана Туган-Барановским (Tugan-Baranovsky, 1905) и Борткиевичем (Bortkiewicz, 1952), которые полагали, что дополнительный сектор производит предметы роскоши и удовольствия для капиталистов. Однако, подтверждая необходимость введения третьего сектора (см. раздел 2.2.2), следует дать другую интерпретацию дополнительной отрасли. Существенной долей производства дополнительной, второй отрасли в нашей модели является информационный продукт (проекты, научные результаты, квалификация работающих, произведения искусства), необходимый для текущего производства и будущего развития общества, и 'человеческий капитал', то-есть формирующие человека образование, забота о здоровье, профессиональное обучение.

чается извлечение сырья (руда, камень, уголь, нефть, *и т.д.*), строительство, транспортировка, изготовление машин, приспособлений для домашних работ, мебели, *и т.д.*

2. Второй сектор производит продукты, необходимые для текущего производства и будущего развития общества, в том составе нематериальные информационные продукты, которые являются общим знанием и различными инструкциями о том, как организовать наличные ресурсы для использования в целях человека. Сектор включает создание принципов организации: научные исследования, проектные и экспериментальные работы, образование, искусство, управление, финансовую систему, компьютерное программное обеспечение и всякие инструкции, которые частично реализуются в организации работы производственной системы, другая часть существует в нематериальной форме в виде отложенных сообщений, образуя большой архив *информационных ресурсов* (Громов, 1985), которые включают результаты деятельности научных и проектных институтов. Предполагается, что нематериальная продукция: принципы организации, программное обеспечение, результаты научно-исследовательских работ должны быть связаны с материальной продукцией производства, поскольку они бесполезны, если они не потребляются при производстве.
3. Третий сектор производит вещи, которые непосредственно поддерживают существование человека: пищу, одежду, жилище. Сектор включает пищевую промышленность, сельское хозяйство, розничную продажу, рестораны, гостиницы, здравоохранение и так далее. Строго говоря, люди не нуждаются в продуктах первых двух секторов непосредственно, и мы можем сказать, что первые два сектора необходимы только для того, чтобы обеспечить функционирование третьего сектора.

Можно полагать, что первый и третий секторы в этой схеме являются теми самыми подразделениями производства средств производства и производства предметов потребления, которые рассматривал Маркс (1867) при изучения процесса производства. Обратим внимание, что желание уложить принятые в статистических исследованиях отрасли (см., например, приложение **A**) в трёхотраслевую схему производства встречается с некоторыми трудностями. Так, не каждая отрасль из списка приложения **A** может быть целиком включена в то или иное подразделение. Возможно, отрасли с номерами 5 и 6 (при-

ложение **A**, чёрная и цветная металлургия) можно отнести к первому подразделению, отрасли 20-22 (здравоохранение, образование, наука, финансы, управление) – ко второму подразделению, а отрасли 11-12 (лёгкая и пищевая промышленность) – к третьему. Деятельность большей части отраслей, таких как строительство или транспорт, следует распределить по двум или трём подразделениям трёхотраслевой схемы. Определение реального содержания подразделений трёхотраслевой схемы производства оказывается не слишком простым делом, однако эта схема оказывается удобной и результативной при теоретическом анализе.

В общем случае мы будем основываться на предположении, что все продукты могут быть разбиты на n классов и рассматривать, что в народном хозяйстве циркулируют n продуктов (Leontief, 1936, 1941, 1980; Sraffa, 1975; Pasinetti, 1977). Соответственно этому, можно предполагать, что производственная система разделена на n отраслей или, более аккуратно, на n *чистых производственных отраслей*, поскольку таким образом определенные производственные сектора могут не включать целиком некоторые их предприятий производственной системы (Leontief, 1941). Итак, мы представляем, следуя Леонтьеву (Leontief, 1941), что производственная система состоит из n производственных секторов, каждый из которых производит только один продукт.

Кроме классификации по отраслям, все продукты, созданные производственной системой, могут быть также разделены согласно целям и характеру их потребления. Прежде всего, продукты могут быть разделены относительно целей, для которых они произведены: для *производственного потребления* или для *конечного потребления*. Затем, продукты можно различать по характеру потребления. Говорят о *промежуточном производственном потреблении*, если продукт используется для того, чтобы изготовить другой продукт, как, например, уголь, нефть, руда, которые исчезают при процессах производства. Некоторые продукты могут использоваться много раз, как, например, средства производства, машины, транспортные средства, пахотная земля, здания, мебель и так далее. В этом случае, говорят о *производственных фондах*, если вещи принимают участие в производстве много раз, и о *непроизводственных фондах*, если продукты используются много раз в непроизводственных целях. Следует отметить, что иногда трудно решить, должен ли продукт (например, дороги, здания) быть включен в производственные или непроизводственные фонды, и удобно рассматривать все фонды как основные фонды или основной капитал.

2.2 Движение продуктов

Производственная система экономики рассматривается состоящий из производственных секторов, каждый из которых производит свой собственный продукт. Важной характеристикой сектора является *выпуск*, что является количеством продукта, созданного сектором в единицу времени

$$dQ_i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Мы полагаем здесь, что эти величины измерены в натуральных единицах, вроде тонны, метры, штуки и так далее. Мы не обсуждаем здесь трудности, которые появляются при существенном агрегировании многих натуральных продуктов в единственный продукт отрасли.

Чтобы сравнить количества различных продуктов, используется эмпирическая оценка *стоимости продукта*. Пренебрегая флуктуациями, то есть случайными отклонениями величины от некоторого среднего значения, полагаем, что стоимость единицы продукта в условно выбранных единицах является *ценой*. Предполагаем, что цены, как эмпирические оценки стоимости, всех продуктов известны

$$p_i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Мерой или масштабом стоимости в настоящее время являются условные денежные единицы, такие как рубль, доллар и прочие. Оценка и сравнение стоимостей различных продуктов, особенно существующих в различные моменты времени, затруднена тем, что не установлено неизменного масштаба стоимости. Как известный финансист Lietaer (2001, p.254) пишет: 'мир живёт без международного стандарта стоимости в течение многих десятилетий, в ситуации, которую нужно считать столь же неэффективной как функционирование без стандарта длины или веса.'² Отсутствие постоянного масштаба стоимости является настоящей головной болью, как для практиков, так и для аналитиков.

Цена продукта не является внутренней характеристикой продукта, а зависит от количеств всех продуктов, существующих в наличии в настоящее время. Как правило, цена уменьшается, если количество продукта увеличивается, хотя ситуация может оказаться более сложной. Существуют парные наборы продуктов, такие, что увеличение количества одного продукта в паре сопровождается увеличением (в

²Lietaer (2001, p.254): 'The world has been living without an international standard of value for decades, a situation which should be considered as inefficient as operating without standard of length or weight.'

случае комплементарных продуктов) или уменьшением (в случае замещающих продуктов) цены другого продукта из пары. Таким образом, следует полагать, что цена продукта является функцией, вообще говоря, количеств всех продуктов

$$p_i = p_i(Q_1, Q_2, \dots, Q_n), \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2.1)$$

Мы можем определить *валовой продукт* отрасли i как стоимость продукта, созданного отраслью i за единицу времени

$$X_i = p_i d Q_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (2.2)$$

так что валовой продукт производственной системы в рассматриваемом приближении является вектором с n компонентами

$$X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n \end{pmatrix}.$$

2.2.1 Балансовые уравнения

Чтобы создать продукт сектора, кроме фиксированного производственного оборудования (основной капитал), необходимо использовать продукты, вообще говоря, всех секторов. Например, чтобы произвести хлеб, кроме печи, необходимо иметь муку, дрожжи, топливо и так далее. Так, валовая продукция каждого сектора распределяется по всем отраслям

$$X_i = \sum_{j=1}^n X_i^j + Y_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (2.3)$$

где X_i^j - количество продукта с индексом i , используемого для производства продукта с индексом j . *Промежуточное производственное потребление* продуктов X_i^j определяется используемой технологией. Заметим, что в эту величину не входит потребление основных производственных фондов. Остаток Y_i , называемый *конечным продуктом*, является стоимостью продуктов, используемых для независимого от текущих процессов производственного и непроизводственного потребления. Мы вернёмся к обсуждению этой величины далее.

С другой стороны, стоимость продукта сектора i равна сумме стоимостей продуктов, использованных при производстве, и некоторой добавке

$$X^i = \sum_{j=1}^n X_j^i + Z^i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2.4)$$

Это соотношение определяет величину Z^i , которая называется *производством стоимости* в секторе i . Можно полагать, что каждый сектор создаёт стоимость, при этом предполагается, что производственное оборудование сектора i передаёт часть своей стоимости валовому продукту. Первые слагаемые правых сторон соотношений (2.3) и (2.4) представляют стоимость продуктов, поглощенных действующими производственными секторами.

Для характеристики достижений общественного производства в целом удобно использовать сумму

$$Y = \sum_{j=1}^n Y_j. \quad (2.5)$$

Это величина является стоимостью всех, материальных и нематериальных, продуктов, созданных обществом в единицу времени, например, год. Эта величина называется *валовым внутренним продуктом (ВВП)*, если мы рассматриваем все народное хозяйство.

Величины, включенные в формулы (2.3) - (2.5) могут быть удобно представлены в виде балансовой таблицы (Таблица 2.1). Строки таблицы соответствуют уравнению (2.3), а столбцы – уравнению (2.4). Все символы в таблице должны быть заменены числами для того, чтобы анализировать реальную ситуацию.

Можно просуммировать соотношения (2.3) и (2.4) по индексам i и, сравнив результаты, получить

$$Y = \sum_{j=1}^n Z^j = Z. \quad (2.6)$$

Это означает, что валовой национальный продукт равен производству стоимости во всех производственных секторах экономики.

Таблица 2.1 Баланс стоимости продуктов

валовой выпуск	X^1	X^2	...	X^n	конечный выпуск
X_1	X_1^1	X_1^2	...	X_1^n	Y_1
X_2	X_2^1	X_2^2	...	X_2^n	Y_2
...
X_n	X_n^1	X_n^2	...	X_n^n	Y_n
производство стоимости	Z^1	Z^2	...	Z^n	$Z = Y$

Обратим внимание, что стоимость произведённого в отрасли продукта Y_j не обязательно совпадает с производством стоимости в отрасли Z_j и, соответственно, отраслевая прибыль не совпадает с отраслевой прибавочной стоимостью, что было обнаружено ещё Марксом, который, определив в первом томе 'Капитала' стоимость как требуемые для производства товаров затраты труда, при рассмотрении отраслевой схемы производства встретился с противоречием.³

³ Анализ проблемы был выполнен Самуэльсоном (Samuelson, 1971). По Самуэльсону: 'действительные конкурентные 'цены' на товары, изготовленные с максимальной интенсивностью труда, относительно низки, а цены на товары, изготовленные с минимальной интенсивностью труда (или, пользуясь терминологией Маркса, с самым высоким 'органическим строением капитала'), крайне высоки.' В обозначениях таблицы 2.2 Маркс сравнивал конечный выпуск Y отрасли с оплатой труда V в отрасли и обнаружил, что реальность не соответствует его представлениям. Маркс столкнулся с дилеммой: Или сохранить утверждения первого тома и найти подходящее объяснение фактам, или же придумать что нибудь другое. Как пишет Самуэльсон, 'Ни Маркс, ни Энгельс даже не допускали этого (отказаться от утверждений первого тома - ВВП); в дальнейшем последовательное принятие точки зрения о том, что понятия марксистской 'ценности' являются 1) философски полезными; 2) интересными и существенными с социологической и исторической точек зрения; 3) крайне важными для глубокого понимания сущности капиталистической эксплуатации и законов движения капиталистического развития; практически помечало вас клеймом принадлежности к теоретикам марксизма'. Маркс

При учёте того, что некоторые продукты (как валовые, так и конечные) могут быть объектами ввоза и вывоза из страны (международная торговля) производственный баланс несколько меняется. В этом случае из валового продукта каждого сектора следует вычесть экспортную часть T_i^\uparrow и добавить импортное количество T_i^\downarrow продукта, так что балансовое соотношение (2.3) записывается в модифицированном виде

$$X_i + T_i^\downarrow - T_i^\uparrow = \sum_{j=1}^n X_i^j + Y_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (2.7)$$

где X_i^j - часть имеющегося в наличии продукта с индексом i , используемого для производства продукта в отрасли j . Разница между импортом и экспортом (сальдо торгового баланса) может быть использована как для *промежуточного производственного потребления* так и для конечного потребления. Остаток Y_i , называемый *конечным продуктом*, является стоимостью продуктов, используемых для независимого от текущих процессов производственного и непроизводственного потребления.

С другой стороны, стоимость продукта X_i по-прежнему можно представить как сумму стоимостей продуктов, используемых при производстве, и некоторой добавки, что представлено уравнением (2.4). Это соотношение определяет величину стоимости Z^i , произведённой в секторе i .

Суммируя соотношения (2.4) и (2.7) по индексам i и, сравнивая результаты, вместо (2.6) получаем

$$Z = Y + T^\uparrow - T^\downarrow, \quad (2.8)$$

В этом случае, стоимость, созданная производственной системой $Z = \sum_{j=1}^n Z_j$ является *валовым внутренним продуктом (ВВП)*, используемым на независимое производственное и непроизводственное потребление $Y = \sum_{j=1}^n Y_j$ и чистый экспорт $T^\uparrow - T^\downarrow$.

предпочёл утверждать, что продукты обмениваются не по стоимости (имея в виду затраты труда на создание продукта) а по некоторым *ценам производства*. Далее, естественно, возникла проблема трансформации 'цен производства' в 'стоимости', которая не имеет другого разрешения, кроме того, что для объяснения производства стоимости, наряду с трудозатратами, необходим также источник стоимости, связанный с производственным оборудованием (см. раздел 1.3 главы 1). Недавний анализ (Mohun and Veneziani, 2017) подтверждает невозможность определения зависимости цен от затрат труда.

2.2.2 Распределение конечного продукта

При анализе производственных процессов мы рассматривали разбиение производственной системы по отраслям. Произведённый общественный продукт является суммой конечных продуктов отраслей Y_i (выражение 2.5) или же суммой стоимостей, произведённых в отраслях Z^i (выражение 2.6). Но, если мы обратимся к обсуждению назначения продуктов, то необходимо введение другого разбиения продуктов. Действительно, набор произведённых продуктов включает продукты, приносящие человеку немедленное удовлетворение (питание, одежда, отопление, ...), так и продукты, которые будут полезны в производстве через несколько лет (инвестиции в производство), и продукты, которые принесут эффект через десятки и сотни лет (образование, наука, охрана границ и пр.). Последняя группа включает продукты, которые в последние десятилетия обсуждаются как инвестиции в 'человеческий капитал' и научно-технический прогресс. Соответственно своему назначению конечные продукт каждой отрасли Y_j , определенный отношениями баланса (2.3), может быть представлен как сумму трёх величин

$$Y_j = I_j + G_j + C_j, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.9)$$

где C_j означает стоимость продукта, который потребляется людьми непосредственно и немедленно (одноразовое потребление); G_j обозначает стоимость продуктов (материальных и нематериальных) не потреблённых и не использованных в производстве; I_j обозначает валовые инвестиции (с включением компенсации амортизационных расходов) в основное производственное оборудование (основной капитал). Мы полагаем, что все величины являются оценками стоимости реальных потоков продуктов. Конечно, в некоторых отраслях некоторые из компонент потоков I_j , G_j и C_j могут быть равными нулю.

Величина добавленной в отрасли стоимости Z_j может быть разбита, по Марксу, на заработную плату V^j , прибавочный продукт S^j и стоимость использованных в отрасли производственных фондов A^j , так что

$$Z^j = V^j + S^j + A^j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2.10)$$

Как заработная плата V^j , так и прибавочный продукт S^j может быть использован на непосредственное потребление или же для дальнейшего развития производства. Заметим, что по терминологии Маркса отраслевым общественным продуктом является величина $Z^j - A^j$, $j = 1, 2, \dots, n$.

Уравнения (2.3) и (2.4) позволяют записать также разбиение ва-

лового выпуска на компоненты. Обращаясь к формуле (2.4) и (2.10), например, записываем

$$X^i = \sum_{j=1}^n X_j^i + V^i + S^i + A^i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2.11)$$

Это выражение при $S^j = 0$ определяет *себестоимость* произведённого продукта, величина которой, в отличие от прибавочной стоимости, определяется процессом производства. Величина прибавочной стоимости зависит от действующих общественных правил.

Одной из важнейших характеристик функционирования отрасли является норма прибавочной стоимости, определяемая как

$$\frac{S^j}{A^j + V^j}, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

По Марксу, в силу стремления отдельных производителей к прибыли, эти величины стремятся принять одинаковое значение в различных отраслях, однако в действительности выравнивания норм прибыли, также как и норм прибавочной стоимости, не наблюдается (Волконский и Корягина, 2007, раздел 1.2).

Трёх-отраслевая схема производства

При суммировании соотношений (2.9) валовой конечный продукт Y , равный производству стоимости в отраслях Z , может быть представлен как сумма трех компонент

$$Y = I + G + C. \quad (2.12)$$

Величины в правой части соотношения естественно интерпретировать, как компоненты валового конечного продукта Y , произведённые в описанных ранее (раздел 2.1) трёх производственных отраслях

$$Y_1 = I, \quad Y_2 = G, \quad Y_3 = C,$$

где I - валовые инвестиции в производственное оборудование, G - валовые инвестиции в запас знаний и в человека (проекты, научные результаты, квалификация работающих, произведения искусства), C - непосредственное потребление населением.

Производство стоимости в каждой отрасли неизменно включает три составляющие

$$Z^j = V^j + S^j + A^j, \quad j = 1, 2, 3. \quad (2.13)$$

Таблица 2.2 Баланс трёх-отраслевой системы

валовой выпуск	X^1	X^2	X^3	конечный выпуск	возмещение и прирост основного капитала	расходы на национальные проекты	личное потребление
X_1	X_1^1	X_1^2	X_1^3	Y_1	I	0	0
X_2	X_2^1	X_2^2	X_2^3	Y_2	0	G	0
X_3	0	0	0	Y_3	0	0	C
производство стоимости	Z^1	Z^2	Z^3	$Z = Y$			
потребление основного капитала	A^1	A^2	A^3		$A \leq I$		
прибавочная стоимость	S^1	S^2	S^3			$S \geq G$	
оплата труда	V^1	V^2	V^3				$V = C$

Таблица 2.2 содержит все величины, входящие в соотношения (2.12) и (2.13), при этом выполняются равенства, указанные в клетках на диагонали. Знак равенства в соотношениях $A^1 + A^2 + A^3 \leq I$ и $S^1 + S^2 + S^3 \geq G$ относится к случаю простого воспроизводства. В общем случае прибавочная стоимость материализуется в производственные и непроизводственные накопления

$$S^1 + S^2 + S^3 = I - A + G$$

Заметим, что недостаточность рассмотрения двух подразделений и необходимость введения дополнительной (второй в нашей классификации) отрасли становится очевидной при рассмотрении простого воспроизводства, когда весь продукт первой отрасли идёт на восстановление изношенного производственного оборудования во всех отраслях

$$A^1 + A^2 + A^3 = I^1 + I^2 + I^3$$

При суммировании и комбинировании уравнений (2.12) и (2.13) находим выражение для произведённой стоимости, которая, конечно, равна стоимости всех произведённых продуктов

$$Z = Y_1 + S^1 + S^2 + S^3 + Y^3 = Y$$

Из этого соотношения следует, что $S^1 + S^2 = 0$ в случае, если бы не было второй отрасли, то есть отсутствовал бы прибавочный продукт, что неприемлемо для капиталистического способа производства. По-видимому, такого рода соображения вынудили Туган-Барановского (Tougan-Baranovsky, 1905) и Борткиевича (Bortkiewicz, 1952) ввести дополнительную отрасль которая производит (при простом воспроизводстве) конечный продукт

$$Y_2 = S^1 + S^2 + S^3.$$

Туган-Барановский и Борткиевич полагали, что эта отрасль производит предметы роскоши и удовольствия для капиталистов, и продукт этой отрасли присваивается собственниками предприятий. Однако, в настоящее время следует дать другую интерпретацию дополнительной отрасли. Следует считать, что дополнительная, вторая отрасль в нашей модели, кроме всего прочего, производит информационный продукт (проекты, научные результаты, квалификация работающих, произведения искусства), необходимый для текущего производства и будущего развития общества.

2.2.3 Валовой внутренний продукт

Валовой внутренний продукт (ВВП) представляет меру текущих достижений народного хозяйства как целого – меру множества потоков продуктов.⁴ Записанные в предыдущем разделе уравнения представляют различные определения ВВП, который может оцениваться по

⁴Описание истории подходов к оценке валового внутреннего продукта для различных наций содержится в книге Студенского (Studenski, 1961).

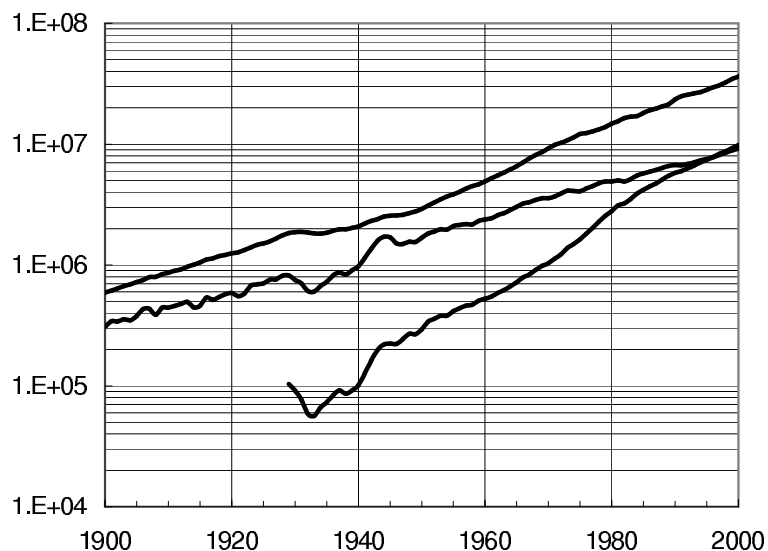


Рисунок 2.1 Производство стоимости в экономике США

Самая крутая короткая кривая изображает ВВП в миллионах текущих долларов, средняя кривая – в миллионах долларов 1996 года. Последняя кривая показывает рост реального дохода, измеренного денежной единицей постоянной покупательной способности, и может быть аппроксимирована показательной функцией (2.14). Верхняя кривая представляет значения ВВП в миллионах условных энергетических единиц, в качестве которой принято значение 50000 джоулей (см. раздел 10.3).

результатам производства, как стоимость созданных продуктов (уравнение 2.5), или по учёту использования продуктов (уравнения 2.5 и 2.11), или по вкладу отдельных составляющих в созданную отраслями стоимость (уравнения 2.6 и 2.9). Указанные соотношения представляют принципиальную основу методов оценки ВВП, называемые системой национальных счетов, разработанных под покровительством ООН⁵, и используемых в большинстве стран мира. В России расчет ВВП по методологии СНС-93 проводится с начала 90-х годов прошлого века. Ретроспективные оценки ВВП для России сделаны А.Н. Пономаренко (2002).

⁵The System of National Accounts 2008
<http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/SNA2008.pdf>

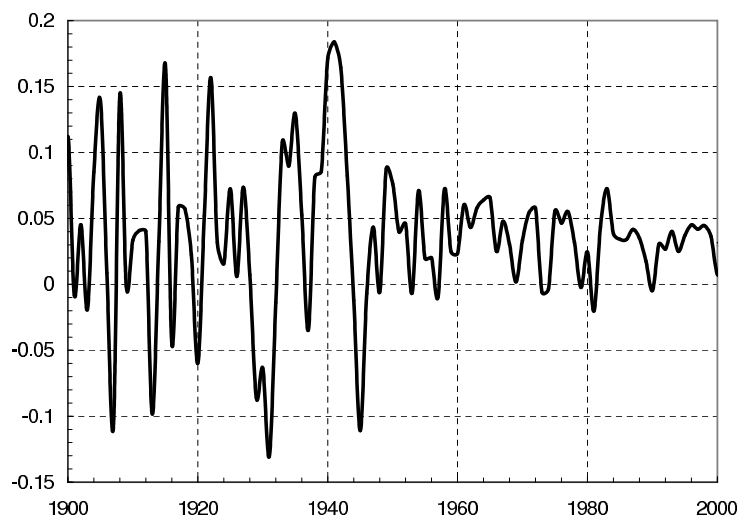


Рисунок 2.2 Темп роста ВВП США

Темп роста валового внутреннего продукта экономики США демонстрирует пульсирующий характер развития производства.

При выборе условной денежной единицы валовой национальный продукт оценивается для данного момента времени безальтернативным образом. Однако покупательная способность денежной единицы меняется со временем, и возникает вопрос о методе сравнения ВВП для различных лет. При сопоставлении стоимости эквивалентных наборов продуктов, произведённых в различные годы, соотношение между денежными единицами в различные моменты времени может быть найдено (Afriat, 1977). Установленная таким образом денежная единица обладает свойством постоянной покупательной способности, но не определяет соотношение стоимостей в различные моменты времени, поскольку условия производства меняются со временем, и стоимостное содержание денежной единицы постоянной покупательной способности также меняется со временем.

В качестве иллюстрации на рис. 2.1 показан валовой национальный продукт США (см. приложение В) при различном выборе единицы стоимости. При непосредственной оценке результатов общественного производства значение валового внутреннего продукта оценивается в меняющихся денежных единицах (нижняя кривая на рис. 2.1).⁶ Для

⁶Заметим, что, в отличие от других стран, значения ВВП в США, включают

экономики США зависимость непосредственно оцениваемого валового продукта в текущих денежных единицах может быть аппроксимирована показательной функцией

$$\tilde{Y} = 19,965 \times 10^9 \cdot e^{0.0518t} \text{ доллар/год.}$$

Здесь, время t измерено в годах, начиная ($t = 0$) с 1900 года.

После некоторых громоздких процедур оценки непосредственно оцениваемой величины \tilde{Y} могут быть перечислена в оценки валового внутреннего продукта в денежном масштабе с постоянной покупательной способностью Y . В этом случае временная зависимость валового внутреннего продукта (средняя кривая на рис. 2.1) может быть аппроксимирована показательной функцией

$$Y = 1,69 \times 10^{12} \cdot e^{0.0326t} \text{ доллар}(1996)/год. \quad (2.14)$$

Время t измерено в годах, тогда как $t = 0$ соответствуют 1950 году.

Процедура введения денежной единицы с постоянной покупательной способностью исключает инфляцию и определяет *индекс цен*

$$\rho(t) = \tilde{Y}/Y.$$

Реальный индекс цен является пульсирующей величиной, но, по приведённым выше оценкам можно видеть, что средний индекс цен для США увеличивается (с 1950 года) как

$$\rho(t) \sim e^{0.0192t}.$$

Покупательная способность денежной единицы США – доллара – уменьшается как обратная величина. Каждый держатель доллара в 1950-2000 годах терял ежегодно около 2 % его покупательной способности, что является фактически невидимым налогом в пользу эмитента. В третьей главе мы возвратимся к обсуждению денег и индекса цен.

Наконец, верхняя кривая на рис. 2.1 представляет значения ВВП в миллионах условных энергетических единиц, которые можно считать истинной мерой стоимости. Этот вопрос будет обсуждаться в десятой главе.

Рассмотрение темпа роста валового внутреннего продукта

$$\frac{1}{Y} \frac{dY}{dt}$$

оценки содержания собственного жилья, приготовления пищи для семьи и прочие неотчуждаемые продукты.

демонстрирует пульсирующий характер развития производства. По графику рис. 2.2 можно видеть, что период пульсаций темпа роста валового внутреннего продукта составляет около четырёх лет. К обсуждению пульсаций мы вернемся в шестой главе (раздел 6.5.3).

2.2.4 Составляющие валового внутреннего продукта

Инвестиции в основной капитал

Производственными инвестициями мы называем совокупность продуктов, как материальных, так и нематериальных, которые не предназначены для немедленного потребления, а устанавливаются для использования в производственных процессах как основные фонды. В материальной форме, инвестиции являются зданиями, машинами и различным оборудованием, установленным в различных секторах. Величины инвестиций, очевидно, не могут быть выбраны произвольным образом, и обществом выработаны механизмы назначения инвестиций.

Инвестиционная часть конечного выпуска отрасли I_j распределяется по секторам, так что можно определить величину I_j^i – количество продукта j инвестированного в сектор i и рассматривать инвестиции как матрицу с компонентами I_j^i

$$I = \begin{pmatrix} I_1^1 & I_1^2 & \dots & I_1^n \\ I_2^1 & I_2^2 & \dots & I_2^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ I_n^1 & I_n^2 & \dots & I_n^n \end{pmatrix}. \quad (2.15)$$

Очевидно, что

$$I_j = \sum_{i=1}^n I_j^i, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Можно также определить валовые инвестиции всех продуктов в сектор i

$$I^i = \sum_{j=1}^n I_j^i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

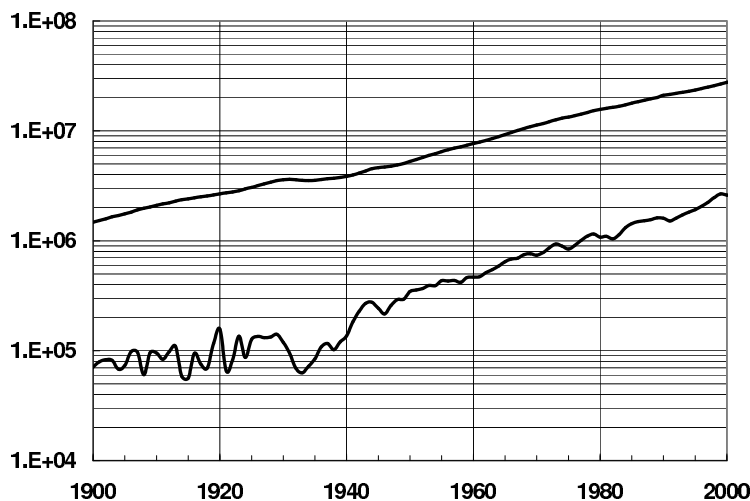


Рисунок 2.3 Инвестиции и капитал в экономике США

Оценки стоимости материального национального богатства K (верхняя кривая) и стоимость инвестиций I (нижняя кривая) представлены, согласно приложению 2, в миллионах долларов 1996 года. Рост капитала может быть аппроксимирован показательной функцией (2.29).

Валовые инвестиции во всей производственной системе теперь могут быть определены как

$$I = \sum_{i=1}^n I^i = \sum_{j=1}^n I_j = \sum_{i,j=1}^n I_j^i. \quad (2.16)$$

Инвестиции представляют важную величину, и делаются по возможности аккуратные оценки инвестиций I для национальных хозяйств, в частности, для американской экономики (см. приложение В). Временная зависимость валовых инвестиций для экономики США показана на рис. 2.3.

Личное потребление населения

Потребление C определено как стоимость продуктов, которые используются населением немедленно и окончательно. Подходящей оценкой этой величины может быть стоимость минимального количества продуктов, в которых нуждаются люди, чтобы существовать. Чтобы

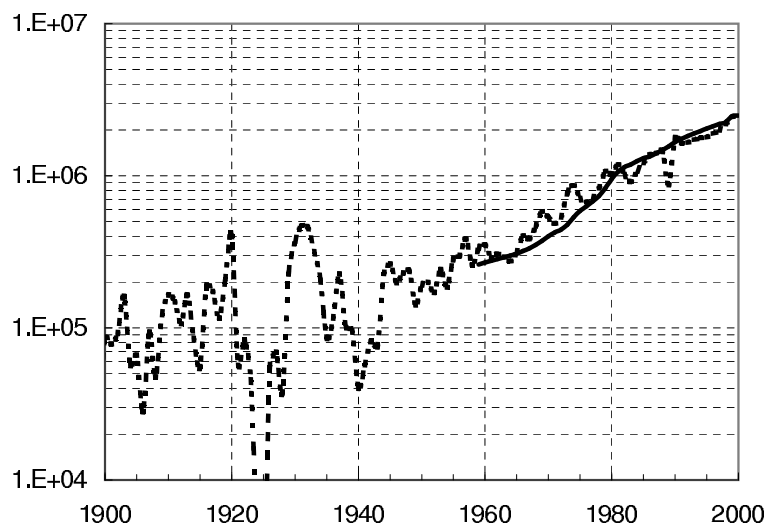


Рисунок 2.4 Личное потребление в экономике США

Оценки стоимости личного потребления $C = cN$ даются в миллионах долларов 1996 года. Сплошная линия основана на прямых оценках порога бедности американским Бюро Переписи (*the US Bureau of Census*); пунктирная линия представляет результаты вычисления по уравнению (6.33).

характеризовать необходимое потребление, удобно использовать порог бедности, оценки которого с 1959 года для человека в различных семейных ситуациях приводятся в американской статистике.⁷ Реалистической оценкой текущего потребления можно считать порог бедности человека в семье с одним человеком. Для 1996 года, например, эта величина оценена как 7995 долларов на человека ежегодно. Эту величину следует умножить на численность населения, чтобы получить минимальную оценку потребления в 1996 году как $C = 2,120 \times 10^{12}$ долларов. Временная зависимость оцененного таким образом личного потребления изображена на рис. 2.4.

С другой стороны, можно использовать уравнение (6.33) и вычисленные (в секции 7.1.2) значения технологического индекса, чтобы оценить личное потребление. Результаты для США в двадцатом столетии показаны на рис. 2.4 пунктиром.

Личное потребление может рассматриваться как самая важная часть валового внутреннего продукта. 'Каждый человек богат или беден в

⁷The US Bureau of Census: <http://www.census.gov/hhes/poverty/histpov/hstpov1.htm>.

степени, по которой он может позволить себе наслаждаться принадлежностями, удобствами и развлечениями человеческой жизни' (Смит, 1776, р. 47).

Фундаментальные инвестиции

Величина, которая остаётся, если из валового внутреннего продукта вычесть стоимость потреблённых продуктов и инвестиции, представляет стоимость потока продуктов, не имеющих немедленного применения и поступающих на хранение в той или иной форме. Количество материальных продуктов, которые представлены незавершёнными производственными проектами и запасами промежуточных продуктов, при рациональном ведении хозяйства, можно думать, невелико, так что в основном рассматриваемый поток состоит из инвестиций в долгосрочные проекты (средства обороны, обустройство окружения) и инвестиций в нематериальные продукты (человеческий капитал, принципы организации).

Множество усилий в различных секторах производственной системы прилагается для создания и распространения различных сообщений. Существуют некоторые организации, например, учреждения образования, научные и проектные институты, издательства, театры, телевидение, кино, почта, юридические конторы, статистические бюро, консультантские компании, главным занятием которых является создание и распространение различных сообщений. Эти секторы принято называть информационными. Продуктом секторов является большое количество сообщений, которые могут быть информативными или нет; это зависит от получателя. Некоторые из сообщений оказываются никогда не прочитанными: они ждут своих реципиентов в уютных депозитариях (библиотеках, музеях и прочих хранилищах). Некоторые из сообщений доходят до многих получателей, для некоторых из них, сообщения не несут никакой информации. Некоторые из сообщений определённо несут ценную информацию для получателей: инструкции, как использовать энергию проточной воды в качестве рабочей лошади; инструкции, как организовать вещество, чтобы использовать его как транспортное средство или приспособление. Некоторые из сообщений теряют свою ценность, некоторые исчезают, но в течение многих лет общество накопило множество сообщений, которые представляют информационный ресурс (Громов, 1985). Среди потоков нематериальных продуктов выделяют вложения (инвестиции) в так называемый 'человеческий капитал', состоящие из расходов на обучение,

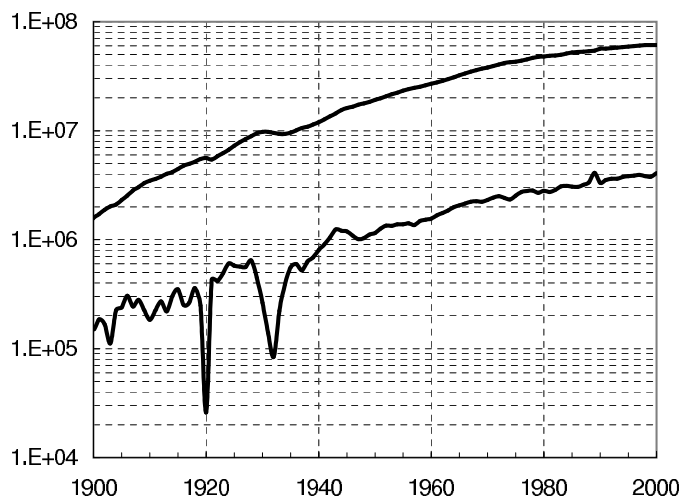


Рисунок 2.5 **Фундаментальные инвестиции в экономике США**

Стоимость потока Фундаментальные инвестиции $G = Y - I - C$ (нижняя кривая) вычислена по известным значениям стоимости выпуска Y , инвестиций I и минимального значения потребления C (см. рис. 2.1 - 2.4). Стоимость соответствующей части нематериального национального богатства R (верхняя кривая) вычислена по уравнению (2.28), в котором коэффициент обесценивания, по предположению, имеет те же самые значения, что и материальные продукты. Все величины оценены в миллионах долларов 1996 года.

образование, повышение квалификации, забота о здоровье и прочие заботы о человеке (Becker, 1964).

Оценка произведенных услуг по созданию и распределению различных сообщений в американской экономике была найдена Махлапом (Machlup, 1980) как 29 % от ВВП в 1959 году и 46 % в 1967 году. Для недавних лет можно легко получить оценку фундаментальных инвестиций G по формуле (2.13). Например, в 1996 по оценкам валового национального продукта $Y = 7,813 \times 10^{12}$, материальных инвестиций $I = 2,054 \times 10^{12}$ и текущего потребления $C = 2,120 \times 10^{12}$ долларов 1996 года можно получить оценку для нематериального информационного продукта как $G = Y - I - C = 3,638 \times 10^{12}$ долларов 1996 года, что приблизительно равно 47 % ВВП. Временная зависимость стоимости потока информационных услуг G изображена на рис. 2.5. Фундаментальные накопления оказываются важными для общества (огромные усилия затрачиваются, чтобы произвести их), и доля соответствующих продуктов в ВВП, очевидно, не уменьшается. Результаты науки,

исследований и проектов имеют существенное значение для развития общества и не могут игнорироваться.

Принципы распределения продуктов

Продукты, создаваемые производственной системой можно в грубом приближении разделить на три вида: те, что немедленно потребляются людьми; те, что предназначены для сохранения и увеличения производства (непосредственные инвестиции) и продукты, определяющие возможности развития общества, как самоорганизующейся системы (фундаментальные инвестиции). Все три части конечного выпуска для США сопоставимы, и можно думать, что это свидетельствует о том, что все три части, хотя они играют различные роли, важны для поддержания и развития общества. Непосредственно потребляемые продукты третьей отрасли (в терминах простой модели раздела 2.1) необходимы для поддержания существования людей, в то время как две другие части определяют будущее развитие производственной системы и общества. Ведущим элементом, определяющим производство и потребление в ближайшие годы, являются продукты первой отрасли – инвестиции в основные производственные и непроизводственные фонды. Инвестиции во вторую отрасль экономики влияют на более отдалённое будущее: качество воспитания и обучения школьников, например, скажется на состоянии общества через двадцать-тридцать лет.

Разумеется, распределение валового внутреннего продукта на различные части является результатом управляющих воздействий со стороны самого общества, и, конечно, интересно понять, существует ли какой либо принцип, по которому происходит такое разделение, во всяком случае общество должно предвидеть последствия распределения. Механизм развития общества предполагает необходимость некоторых прогнозов развития. В любой момент времени общество должно решить проблему: какая часть конечного продукта должна потребляться, какая часть должна быть сохранена для обеспечения будущего потребления и какая часть может быть израсходована ради отдалённого благосостояния. Мы можем вообразить два альтернативных приближения к проблеме: со стороны потребления и со стороны производства. Некоторые модели (Blanchard and Fisher, 1989) определяют инвестиции в результате максимизации текущего и будущего потребления. В главе 4 будет обсуждаться как инвестиции могут быть определены со стороны производства.

2.3 Общественное богатство

В результате производственной деятельности образуется огромный запас материальных и нематериальных продуктов, составляющих национальное богатство. В натуральной форме, национальное богатство представляет предметы для бытового и промышленного использования: здания, сети доставки, машины, транспортные средства, мебель, домашние приборы и тому подобное, а также принципы организации материи и общества, произведения искусства и литературы и прочие, как говорят, духовные ценности.

2.3.1 Потоки продуктов и наличное богатство

Валовые инвестиции I_j и G_j включают стоимость продуктов, необходимых для восстановления накопленных объектов, выбывающих за единицу времени по тем или иным причинам. Чтобы оценить стоимость общественного богатства, следует учитывать *чистые инвестиции*, так что следует записать

$$\frac{dK_j}{dt} = I_j - \mu K_j, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.17)$$

$$\frac{dR_j}{dt} = G_j - \mu R_j, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (2.18)$$

Здесь введены обозначения для наличных продуктов: K_j – стоимость материального имущества, включая основные производственные фонды (основной капитал) и R_j – стоимость накопленных промежуточных продуктов различного вида, включая нематериальные продукты.⁸ Мы принимаем, что выбытие продуктов вследствие износа и старения пропорциональны наличному общественному богатству. Вообще говоря, коэффициенты выбытия различны для различного оборудования в различных отраслях, но здесь и далее для простоты, мы

⁸Совокупность величин K_j может быть названа произведённым имуществом (produced capital). Величины R_j включают так называемый *человеческий капитал* (human capital) – оценку воплощенной в индивидууме способности совершать работу, сумму знаний, квалификации и навыков отдельного работника (Becker, 1964, p. 8), но не сводятся к этому. Среди других нематериальных продуктов – архив знаний, проекты, сводки законов и пр. Величины R_j также включают оценку природных ресурсов (natural capital), которые обладают стоимостью в силу того, что для их приобретения и сохранения прилагаются усилия и затраты (инвестиции в природные ресурсы).

полагаем коэффициент μ одинаковым во всех ситуациях для всех продуктов. Предполагаем также, что инвестиции непосредственно становятся производительными, так что величины I_j и G_j представляют потоки материального и нематериального богатства в единицу времени.

Соотношения (2.17) - (2.18) позволяют представить компоненты общественного богатства в следующей форме

$$K_j(t) = \int_0^{\infty} e^{-\mu x} I_j(t-x) dx, \quad (2.19)$$

$$R_j(t) = \int_0^{\infty} e^{-\mu x} G_j(t-x) dx. \quad (2.20)$$

Эти соотношения демонстрируют, что общественное богатство представляют накопленные инвестиции, особенно, инвестиции недавнего прошлого, так как ранее произведенные продукты постепенно исчезают.

В соотношения (2.17) - (2.18) и (2.19) - (2.20) входят величины двух типов: потоки I_j , G_j и наличие K_j , R_j . Только значения величин одного типа, а именно, потоков могут быть оценены непосредственно в стоимостных единицах; значения наличных величин обычно является результатом вычислений. Но это не означает, что наличные продукты являются теоретическими конструкциями: они представляют реальные продукты, которые могут быть измерены натуральными единицами, хотя, очевидно, трудно дать точную непосредственную стоимостную оценку накопленного нематериального богатства, поскольку некоторые из продуктов теряют свою ценность очень быстро, другая часть продуктов сохраняет свою ценность в течение столетий.

Стоимость общественного богатства является суммой величин, которые были определены выше

$$W = \sum_{j=1}^n (K_j + R_j). \quad (2.21)$$

Общественное богатство состоит из продуктов, которые были произведены в различные моменты времени и в различных производственных условиях, что подразумевает оценку по различным прошлым текущим ценам. Стоимость общественного богатства W является характеристикой набора продуктов, которая зависит от прошлой истории цен. Другими словами, стоимость общественного богатства не является функцией количеств продуктов. Однако, такая функция набора

продуктов или функция состояния, а именно, функция полезности, которая имеет некоторое отношение к стоимости, может быть введена (см. главу 10). Функция полезности U заменяет несуществующую функцию стоимости в теоретических рассмотрениях.

2.3.2 Структура произведённого имущества

Все общественное богатство создано производственной системой, которая является настоящим движителем экономической системы; производственный капитал оказывается очень важной частью национального богатства и анализируется многими исследователями. Здесь мы используем понятие капитала в широком смысле, считая все материальное общественное богатство, в том числе и находящееся в домашнем пользовании, произведённым капиталом. При приложении теории к реальности, иногда принимают более узкое понятие производственного капитала, под которым может пониматься стоимость основного производственного оборудования, можно сказать, основной производственный капитал в более узком смысле.

Накопление инвестированных продуктов (2.15) определяет основной производственный капитал уравнениями

$$\frac{dK_j^i}{dt} = I_j^i - \mu K_j^i, \quad i, j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.22)$$

где K_j^i означает стоимость производственного оборудования вида j в отрасли i . Можно видеть что производственное оборудование может рассматриваться как матрица с компонентами K_j^i

$$K = \begin{vmatrix} K_1^1 & K_1^2 & \dots & K_1^n \\ K_2^1 & K_2^2 & \dots & K_2^n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ K_n^1 & K_n^2 & \dots & K_n^n \end{vmatrix}. \quad (2.23)$$

Мы можем определить общее количество продукта вида j во всех отраслях как

$$K_j = \sum_{i=1}^n K_j^i, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Аналогично, мы можем определить общее количество производствен-

ного капитала в отрасли i соотношением

$$K^i = \sum_{j=1}^n K_j^i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Производственный капитал всей экономики теперь определен как

$$K = \sum_{i=1}^n K^i = \sum_{j=1}^n K_j = \sum_{i,j=1}^n K_j^i. \quad (2.24)$$

Можно просуммировать уравнение (2.22) по индексам i или j , чтобы получить уравнение для динамики общего количества оборудования, помеченного индексом j и для динамики производственного капитала в отрасли i , соответственно

$$\frac{dK_j}{dt} = I_j - \mu K_j, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.25)$$

$$\frac{dK^i}{dt} = I^i - \mu K^i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2.26)$$

2.3.3 Оценка производственного капитала

Уравнения (2.17) - (2.18) позволяют оценивать отдельные части общественного богатства. В простом случае, когда рассматривается трёх отраслевая модель, описанная в разделе 2.1, упомянутые выше уравнения сводятся к уравнениям для двух компонент общественного богатства. Оценим вначале наличие основного оборудования K

$$\frac{dK}{dt} = I - \mu K. \quad (2.27)$$

При заданных инвестициях I вычисленные значения основного капитала K зависят от выбора значения коэффициента обесценивания μ . Эта величина может быть найдена для экономики США при использовании уравнения (2.27) по имеющимся временным рядам для капитала K и инвестиций I (см. приложение В). Результаты показаны на рис. 2.6. Вебсайт американского бюро экономического анализа (The website of the US Bureau of Economic Analysis www.bea.doc.gov) содержит также оценки обесцениваемого капитала, которые позволяют нам вычислить коэффициент обесценивания капитала μ другим путем, как отношение обесцениваемого количества капитала к общей

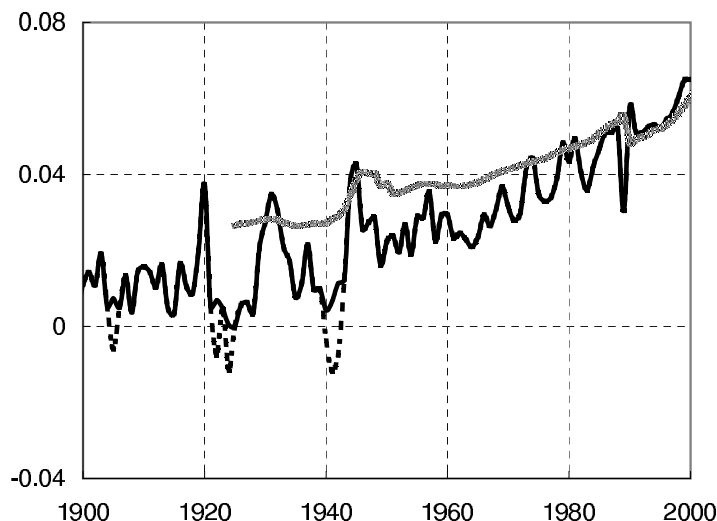


Рисунок 2.6 Коэффициент обесценивания для экономики США

Прямые оценки величины как отношения обесцениваемого количества капитала к общей сумме (более короткая кривая) и оценки по уравнению (2.27) (пульсирующая сплошная кривая) с использованием значений инвестиций и капитала. Пунктирная линия представляет нереальные (отрицательные) значения величины, связанные с ошибками оценки инвестиций или капитала.

сумме. Эти результаты также показаны на рис. 2.6. Оценки коэффициента обесценивания позволяют нам рассматривать эту величину как возрастающую функцию времени, которая имеет значение $\mu = 0.026$ в 1925 году и увеличивается линейно от 0.026 до 0.07 за годы 1925-2000. Однако результаты показывают некоторую несогласованность первичных данных: две оценки из одного и того же источника отличаются друг от друга, кроме того, коэффициент обесценивания не может быть отрицательным. Мы рассматриваем эмпирические значения инвестиций и капитала, изображенные на рис. 2.3 как 'правильные' значения и используем расчетные значения коэффициента обесценивания, заменив, впрочем, отрицательные значения коэффициента локальными усредненными значениями (пунктирная линия на рис. 2.6). Расчетная временная зависимость капитала наряду с эмпирическими значениями валовых инвестиций для всей американской экономики показаны на рис. 2.3. Временная зависимость производственного капитала мо-

жет быть аппроксимирована показательной функцией

$$K = 5.49 \times 10^{12} \cdot e^{0.0316t} \text{ доллар}(1996), \quad (2.28)$$

где время t измерено в годах, тогда как $t = 0$ соответствует 1950 году.

2.3.4 Оценка фундаментальных накоплений

В простом случае, когда рассматривается трёх отраслевая модель, описанная в секции 2.1, уравнение (2.18) сводится к уравнению для стоимости наличного архива знаний и проектов R

$$\frac{dR}{dt} = G - \mu R. \quad (2.29)$$

где G - количественная оценка стоимости создания принципов организации, то есть, инвестиции в науку, исследования, образование и разработки. При предположении, что поток G (который был описан в разделе 2.2.3) задан и коэффициент обесценивания μ архива знаний известен, уравнение (2.29) позволяет оценить стоимость архива знаний R и определить временную структуру архива знания, подобно тому, как уравнение (2.27) позволяет определить структуру наличного производственного оборудования.

Стоимость нематериального национального богатства R для США оценена по уравнению (2.29), в котором коэффициент обесценивания, по предположению, имеет те же самые значения, что и материальные продукты. Результаты показаны на рис 2.5.

2.4 Труд в производственных процессах

Труд является наиболее важным производственным фактором, роль которого тщательно исследовалась в политической экономии и неоклассической экономике. Труд — есть, прежде всего, процесс, совершающийся между человеком и природой, процесс, в котором человек своей собственной деятельностью опосредствует, регулирует и контролирует обмен веществ между собой и природой. Веществу природы он сам противостоит как сила природы. Для того чтобы присвоить вещество природы в известной форме, пригодной для его собственной жизни, он приводит в движение принадлежащие его телу естественные силы: руки, ноги, голову и пальцы. ... В конце процесса труда получается результат, который уже в начале процесса имелся в представлении работника, т. е. идеально. ... В том, что дано природой, он

осуществляет в то же время и свою сознательную цель, которая как закон определяет способ и характер его действий и которой он должен подчинить свою волю. ... Во все время труда необходима целесообразная воля...' (Маркс, 1960, с. 188-189). '... как бы различны ни были отдельные виды полезного труда, или производительной деятельности, с физиологической стороны это - функции человеческого организма, и каждая такая функция, каковы бы ни были ее содержание и ее форма, по существу есть затрата человеческого мозга, нервов, мускулов, органов чувств и т. д.' (Маркс, 1960, с.81-82).

2.4.1 *Оценки трудозатрат*

Истинной мерой труда следует считать работу (в физическом смысле, в единицах энергии) выполняемую занятыми в производственном процессе рабочими и служащими. Фактически, труд измеряется рабочим временем, так что важно иметь оценки работы, которая может быть сделана человеком в единицу времени. В спокойном состоянии, человеческий организм (взрослый мужчина) требует приблизительно 2500 килокалорий в день или приблизительно 10^6 ккал/год $\approx 4 \cdot 10^9$ Дж/год. Дополнительная деятельность требует дополнительного снабжения энергией. Энергия, необходимая для работающего человека может более чем в два раза превышать энергию, необходимую для покоящегося человека (Harrison et al, Chapter 26, 1977; Rivers and Raune, 1982). Хотя некоторые виды работ требуют значительного расхода энергии, мы принимаем значение 100 ккал/час или 4.18×10^5 Дж/час как среднюю оценку работы, выполняемой каждым из работающих. Возможности человеческого двигателя были ниже в более ранние времена, как было найдено (Fogel and Costa, 1997) на основе исторических данных для Франции и Великобритании в 1785 и 1790 годах, соответственно.

Труд измеряется в человеко-часах, однако поправки, соответствующие характеру труда (тяжелый или лёгкий), интенсивности работы и других факторов, принимают во внимание. В последнем утверждении, я полагаюсь на работу Скота (Scott, 1989), который в свою очередь ссылается на других исследователей. При подсчёте трудозатрат в народном хозяйстве суммируются вклады работающих во всех отраслях народного хозяйства, материальных и нематериальных. В качестве примера статистики труда сошлёмся на данные, собранные в Приложении В, которые показывают количество человеко-часов ежегодной выработки (трудозатрат) в экономике США. Временная зависимость трудозатрат показана на рис. 2.7. Зависимость может быть

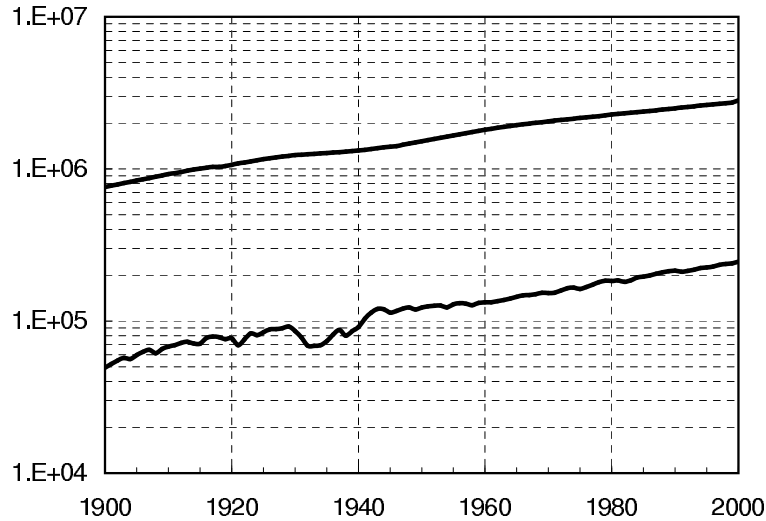


Рисунок 2.7 Население и использование труда в США

Верхняя кривая представляет численность населения (сотни человек). Нижняя кривая представляет использование труда в миллионах человеко-часов в год. Временная зависимость трудозатрат может быть аппроксимирована показательной функцией (2.30).

аппроксимирована прямой линией, особенно для периода после 1950 года, для которого можно записать

$$L = 1.23 \times 10^{11} \cdot e^{0.0147t} \text{ man} \cdot \text{hour}/\text{year}, \quad (2.30)$$

где время t измерено в годах, причём $t = 0$ в 1950 году.

Согласно Марксу (1960), труд является единственным фактором, производящим стоимость.⁹ Усреднённая производительность труда, которая является величиной стоимости (оцененной денежными единицами постоянной покупательной способности) продуктов, произведенной единицей труда, может быть аппроксимирована для американской экономики, по формулам (2.14) и (2.30), функцией

$$Y/L = 13.74 \cdot e^{0.0179t} \text{ dollar}(1996)/\text{man} \cdot \text{hour}. \quad (2.31)$$

⁹Маркс, следуя Смиту, полагал с некоторыми оговорками, что труд по созданию услуг и нематериальных продуктов не является производительным. В настоящее время исследователи принимают, что труд всех занятых в народном хозяйстве является производительным, то есть приводит к производству стоимости.

Можно оценить, что за столетие производительность труда в США увеличилась в шесть раз. Этот рост производительности нельзя объяснить, не принимая во внимание, что есть другой фактор - замещающая работа – со способностью, подобной труду, производить стоимость при использовании его в производственных процессах в качестве заместителя труда. Увеличение производительности труда связано с привлечением всё новых и новых источников энергии в производство.

2.4.2 Население и предложение рабочей силы

Предложение труда можно понимать как потенциальное количество труда \tilde{L} , доступное за данную заработную плату w . Предложение рабочей силы, как обычно рассматривается, связано с общей численностью населения N

$$\tilde{L} = f(w) N. \quad (2.32)$$

Возрастающая функция $f(w)$ изменяется от нуля при $w = 0$ до определенной предельной величины, которая оказывается обычно приблизительно равной $1/2$ для развитых стран. Следует отметить, что величина суммарной заработной платы wL может включать также инвестиции в производственный капитал, так что величина прожиточного минимума cL , который представляет величину расходов, необходимых для поддержания существования и необходимого обучения, вообще говоря, меньше чем wL .

Население можно рассматривать как бассейн (резервуар), откуда поступает предложение труда. Чтобы получить уравнение для предложения рабочей силы, следует продифференцировать соотношение (2.32), и воспользоваться динамическим уравнением для скорости роста численности населения

$$\frac{dN}{dt} = (b - d)N. \quad (2.33)$$

После необходимых процедур получаем

$$\frac{d\tilde{L}}{dt} = \tilde{\nu} \left(N, b - d, w, \frac{dw}{dt} \right) \tilde{L}, \quad (2.34)$$

где темп потенциального роста трудозатрат определяется темпом роста численности населения $b - d$ и изменениями в уровне заработной платы

$$\tilde{\nu} = (b - d)f(w) + Nf'(w) \frac{dw}{dt}.$$

Изменение заработной силы связано с различием между предложением и спросом рабочей силы, так что можно записать

$$\frac{dw}{dt} = -k(\tilde{L} - L).$$

Соотношение между уровнем безработицы $(\tilde{L} - L)/\tilde{L}$ и темпом роста заработной платы было изучено Филлипсом (Phillips, 1958) на примере экономики Великобритании.

2.5 Энергия в производственных процессах

Энергия, как это обсуждалось неоднократно (см., например, Allen, 1979; Cottrell, 1955), является жизненно необходимой для функционирования производственных систем. Общественно организованный поток энергии начинается с идентификации первичных энергоносителей: уголь, нефть, потенциальная энергия падающей воды, ... — это то, что человек находит в природе и что ничего не стоит, пока не придумано, как заставить энергоносители работать.

2.5.1 Работа и квази-работа в народном хозяйстве

Энергоносители — это нечто, что содержит потенциальную энергию: химическую энергию, содержащуюся в ископаемых топливах (уголь, нефть и природный газ) или биомассе; потенциальную энергию водного бассейна; электромагнитную энергию солнечного излучения; энергию, освобождаемую в ядерных реакциях. Общее количество первичных энергоносителей, используемых человеком и оцененных в энергетических единицах, попадает в справочники, как величина потреблённой¹⁰ *первичной энергии (primary energy)*.

В качестве иллюстрации, на рис. 2.8 показано полное потребление первичной энергии, как это оценивает официальная статистика американского Министерства энергетики (the US Department of Energy)

¹⁰Сложилась традиция — говорить о потреблении энергии в народном хозяйстве. Ради точности, слово *потребление* должно быть заменено словом *преобразование*. Энергия не может быть *израсходована* в процессе производства, но может только быть преобразована в другие формы: химическая энергия в тепловую энергию, тепловая энергия в механическую энергию, механическая энергия в энергию тепловую и так далее. Для оценки количества возможного преобразования энергии (работы) используют экзергию (exergy).

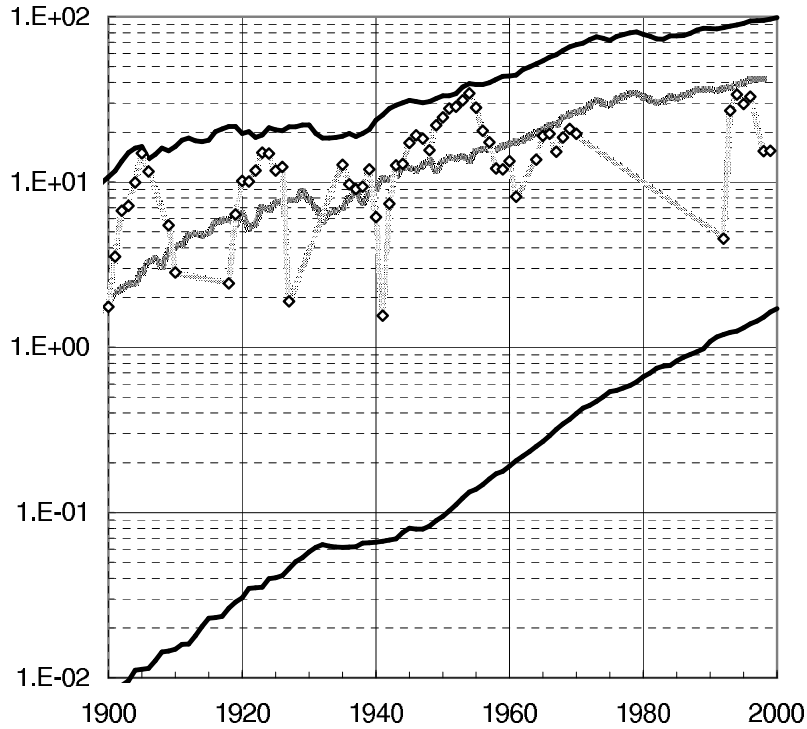


Рисунок 2.8 Потребление энергии в экономике США

Сплошные линии представляют потребление первичных носителей энергии (первичная энергия, верхняя кривую) и замещающую работу оборудования (производительная энергия, нижняя кривая, которая может быть сдвинута вверх или вниз). Точечная линия изображает первичную энергию (exergy) необходимую для работы производственного оборудования, оцененную на основе данных Ayres *et al.*, (2003) как сумму половины чистого потребления электричества, потребление энергии другими первичными двигателями и не топливным потреблением нефтяных продуктов. Первичная энергия, необходимая для работы оборудования, также вычислена (и изображена ромбиками), как часть первичной энергии, которая антикоррелирует с трудозатратами (см. раздел 7.1.5). Все величины оценены в quads за год. Первичное и производительное потребление энергии с 1950 года может быть аппроксимировано показательными функциями (2.36) и (2.37). По статье автора (Pokrovskii, 2007).

(см. приложение В). Очевидно, что первичные энергоносители (для простоты говорят о потреблении первичной энергии E) в общественном хозяйстве используются для самых различных целей. Так, например, 0.55 quad ¹¹ нефтяных продуктов от общего количества приблизительно 97 quad первичной энергии, потреблённой в американской экономике в 1999 году, было использовано для дорожных покрытий. Ясно, что в этом случае важно не энергетическое содержание, но свойство нефтяных продуктов как определенных материалов.

В большинстве случаев энергоносители не используются непосредственно, а преобразуются в электричество и различного рода топлива, что может транспортироваться и распределяться к пунктам конечного использования.¹² Конечное потребление энергии обеспечивает отопление помещений, выплавку металлов, освещение, работу машин на производстве, транспортировку, приготовление пищи и так далее. Фундаментальные исследования потребления первичной и конечной энергии в экономике США были выполнены Айресом с сотрудниками (Ayres *et al.*, 2003, 2005).

Из общего количества первичных энергоносителей можно выделить ту часть, которая используется для приведения в действие различных приспособлений, позволяющих замещение трудовых усилий работой производственного оборудования. Эту величину называют *первичной работой замещения* E_P . Истинная *работа замещения или производительная энергия* P , что действительно заменяет усилия работающих, является малой частью потребления первичной работы замещения E_P , и коэффициент эффективности P/E_P зависит от используемой технологии. В Соединённых Штатах Америки в начале 60-х годов, например, при общем потреблении примерно $1 \cdot 10^{20}$ *джоулей* около трети всей потребляемой энергии шло на замещение труда. При коэффициенте эффективности 0.01 истинная замещающая работа составляла около $3 \cdot 10^{17}$ *джоулей*. Оценки первичной и истинной работы замещения показаны на рис 2.8.

¹¹Удобно измерять огромные количества энергии специальной единицей *quad* ($1 \text{ quad} \approx 10^{18} \text{ joules}$), которая обычно используется американским Министерством энергетики (the US Department of Energy).

¹²Проблемы, возникающие при оценке количества энергии, которая преобразуется (израсходуется) в процессах производства, обсуждались Патерсоном (Paterson 1996), Nakićenović *u dr.* (1996), Zarnikau *u dr.* (1996) и Ayres (1998). Согласно Nakićenović *u dr.*, (1996), средняя по миру эффективность преобразования первичной энергии к конечной равна приблизительно 70 % в 1990 году, в то время как этот показатель выше в развитых странах. Данные, собранные Ayres (1998, таблица 2), демонстрирует что эффективность преобразования энергии увеличилась в течение прошлых столетий.

Остальная часть общественно-организованного потока энергии, названная квази-работой, используется непосредственно в производстве и домашних хозяйствах для освещения, обогрева, химических преобразований и других целей.

2.5.2 Непосредственная оценка замещающей работы

Можно легко найти оценки общего количества первичных носителей энергии, потребляемых в производстве, но для нас представляет также интерес непосредственные оценки количества энергии, идущей на замещение усилий работающих в процессах производства. Чтобы оценить замещающую работу, мы должны рассмотреть те усилия человека, которые, по предположению, могут быть замещены работой производственного оборудования, приводимого в действие внешними источниками энергии. Можно выделить три класса замещаемых усилий.

Усилия по перемещению предметов и тел (включая собственные тела людей)

Эти усилия замещались работой животных, ветра и мобильных паровых двигателей в прошлом. Теперь они замещаются, главным образом, работой самоходных машин – автомобилей, грузовиков, самолетов и других мобильных приспособлений, движимых продуктами переработки нефти. Оценка энергии, используемой для этих целей, может быть получена для американской экономики как сумма энергии потребляемых дистиллированного (продукта перегонки) горючего, самолётного топлива, и моторного бензина (distillate fuel oil, jet fuel, and motor gasoline). Согласно данным Министерства энергетики США (the US Department of Energy, www.eia.doc.gov) эта величина равнялась 19.46 *quad* в 1998 году, что представляет энергетическое содержание топлива; значение работы (энергия обслуживания), которая необходима, чтобы перемещать транспортные средства, конечно, значительно меньше. Эффективность преобразования энергии при транспортировке была проанализирована: отношение энергии, доставленной к колесам, и топливной энергии было оценено как 0.06 (Ayres, 1998). Отношение полезной работы (производительная энергия) к энергии топлива оказывается намного меньшим; оно близко, можно предположить, к технической эффективности, которая оценена (Ayres, 1998) как 0.015 для транспортировки (намного меньше для сельского хозяйства и строительство) в 1979 году. Согласно работе (Ayres *et al*, 2003),

эффективность увеличивается, начиная с 1975 года, и подлинная замещающая работа транспортных средств может быть оценена как 0.1 *quad* в 1998 году, хотя содержание энергии в используемых для этой цели энергоносителях равно приблизительно 19.46 *quad*.

Усилия по преобразованию и разделению веществ и тел

Очевидно, что такого рода усилия совершаются при производстве одежды, инструментов, различных приборов и тому подобного – многих, если не всех вещей, что производятся. Работа животных, ветра, воды и паровой машины использовалась, чтобы заменить усилия людей в предыдущих столетиях. В настоящее время та же самая работа главным образом делается машинами с электроприводом. Согласно американскому Министерству энергетики (the US Department of Energy, <http://www.eia.doe.gov>), оборудование с электрическими моторами потребляет приблизительно половину электричества в производственном секторе. Непромышленные двигатели, насосы, компрессоры, стиральные машины, пылесосы и электроприборы, также потребляют довольно большое количество электричества. Часть электричества, потребляемого стиральными и посудомоечными машинами, направлена на создание механического движения. Таким образом, мы можем считать что больше, чем половина потребляемого электричества в американской экономике, равная приблизительно 6 *quad* в 2000 году, потребляется двигателями. В лучших случаях, электричество, потребляемое мотором, может быть превращено во вращательное движение с эффективностью до 0.8 - 0.9 (Ayres *et al*, 2003). Однако, результатом работы инструментального станка, например, являются компоненты или детали другой машины, и следует рассмотреть целую процедуру создания деталей: установка, движения включения-остановки, измерение и так далее. Трудно получить абсолютную меру эффективности в этом случае, но можно вообразить, что имеется некоторое количество работы, которое должно быть выполнено, чтобы получился необходимый эффект. Предположительно, эту работу можно оценить как работу человека, который самостоятельно может получить такой эффект. Суммарная эффективность двигателя машины была оценена Айресом (Ayres, 1998) равной приблизительно 0.002 в 1960-1970 годах. При ручных операциях эффективность невелика, но автоматизирование операций и контроля позволяет увеличить эффективность. Можно предположить, что введение информационных процессоров в производственные процессы может повлиять на эффективность процессов, которая может достигнуть 0.005. Все это позволяет оценить

вклад в работу замещения от двигателей машин как 0.2 - 0.3 *quad* в 2000 году.

Усилия по развитию принципов организации, наблюдению и контролю

В то время как усилия людей, перечисленные в предыдущих пунктах, с древних времен успешно замещались работой других источников энергии, попытки механизировать функции мозга были главным образом неудачными до появления компьютеров (информационных процессоров) в двадцатом столетии. До недавних времен эти функции рассматривали как существенно человеческие функции. Теперь работу мозга заменяют информационные процессоры движимые электричеством. Согласно департаменту энергии США (Energy Department of the US: <http://www.eia.doe.gov>), потребление электричества компьютерами и оборудованием офисов в коммерческом секторе американской экономики в 1999 году оценивалось 0.4 *quad*. В жилом секторе электричество потреблялось компьютерами и электроникой в количестве 0.75 *quad* в 1999 году. Нет данных о потреблении электричества компьютерами в индустриальном секторе, хотя можно едва ли иметь какое-то сомнение относительно наличия приборов информационной технологии в этом секторе и секторе транспортировки. К сумме вышеупомянутых величин – 0.75 *quad* следует добавить количество электричества, потребляемого офисами и коммуникационным оборудованием во всех секторах. В целом, можно предположить, что потребление электричества компьютерами, электроникой и оборудованием офисов могло бы быть приблизительно 1 *quad* в 1999 году. Эта оценка демонстрирует, по крайней мере, масштаб явления. Мы не можем непосредственно измерить работу, произведенную устройствами информационной технологии, чтобы оценить эффективность, но можем видеть некоторые признаки того, что полезный эффект на единицу потребляемой энергии (эффективность) увеличивается. Например, потребление электричества одним компьютером уменьшилось с 299 кВтч/год в 1985 году до 213 кВтч/год в 1999 году (Коомеу *et al*, 1995; Kawamoto *et al*, 2002). Это означает что потребление электричества компьютером уменьшалось со средним темпом 0.025. Одновременно, число компьютеров и потребление электричества увеличивалось со средним темпом роста 0.027 между годами 1990 и 1999, как это может быть вычислено по данным Коомеу *et al* (1995) и Kawamoto *et al* (2002). Все это означает, что полезный эффект от потребления электричества компьютерами возрастал в недавнее время с темпом роста большим чем 0.052, что является суммой темпа роста потребления электричества 0.027 и темпа

убывания потребления электричества одним компьютером 0.025 плюс некоторая оценка улучшения работы прибора. Подобное рассмотрение может быть выполнено для всех устройств информационной технологии благодаря данным, собранным Коомеу *et al* (1995) и Kawamoto *et al* (2002). Эффективность компьютеров не может, конечно, быть больше единицы, но можно ожидать, что они оказываются более эффективными, чем множество других аппаратов. Трудно судить, какая часть общего количества 1 quad в год может быть приписана работе замещения непосредственно, но, возможно, оценка 0.5 quad в год окажется реалистичной. Это огромное количество энергии полезно использовано в 1999 году, чтобы доставлять инструкции людям и аппаратам в американской экономике.

Заключительные замечания

Таким образом, общая величина работы по замещению усилий человека в американской экономике в 1999 году может быть оценена как 1 quad. Эта величина приблизительно в сто раз меньше чем полное (первичное) потребление энергии, которое было равно приблизительно 97 quad в 1999 году. Однако, величина первичной энергии (носителей энергии), которая необходима, чтобы обеспечить указанную величину работы замещения, равна приблизительно 25 quad. Это составляет приблизительно 26% полного первичного потребления энергии. Эта оценка соответствует оценкам Айреса (Ayres, 1998, Table 1), который нашел, что часть энергии, которую можно рассматривать как первичную работу замещения (учитывая двигатели машин, транспортировку, сельское хозяйство и строительство) в экономике США, составляла приблизительно 9% в 1800 году, 23% в 1900 году и 32% в 1991 году.

2.5.3 Энергоносители как промежуточные продукты и работа замещения как производственный фактор

Энергоносители являются продуктами, которые участвуют в производственных процессах и должны быть включены в балансовую таблицу (раздел 2.2.1). С точки зрения традиционной экономической интерпретации, все потребляемые носители энергии следует рассматривать как промежуточные или конечные продукты. Во всех случаях стоимость энергоносителей включается в стоимость конечных продуктов. Энергоносители вносят вклад в стоимость созданных предметов потребления точно также как другие промежуточные продукты, участвующие в процессе производства.

Однако, особую роль играет некоторая часть освобождающейся энергии энергоносителей (являющихся, конечно, промежуточными продуктами), которая после ряда преобразований производит работу, замещающую усилия человека в производственных процессах. Эту *работу замещения* или *производительную энергию* P , следует рассматривать не только как обычный промежуточный продукт, который вносит вклад в стоимость произведенных продуктов, добавляя свою стоимость к цене, но также и как создающий стоимость фактор, который должен быть введен в список производственных факторов наравне с производственными факторами неоклассической экономики – основным капиталом K и трудом L . Производительная энергия P не является первичной энергией и не является даже энергией, подведенной к производственному оборудованию. Эту величину следует рассматривать как истинную работу, совершаемую производственным оборудованием с помощью внешних источников энергии вместо человека. Привлечение энергии является функцией производственного оборудования.

Определенная таким образом замещающая работа P имеет особую цену, отличную от цены энергоносителей как обычных промежуточных или конечных продуктов. Понятно, что количество потребляемой продукции, которая необходима, чтобы поддержать замещающую работу P , следует оценить как μK , так что цена замещающей работы, как производственного фактора, определяется соотношением

$$p = \frac{\mu K}{P} \quad (2.35)$$

2.5.4 Оценки первичной энергии и работы замещения

Имеется большое количество данных относительно полного потребления первичной энергии E в различных странах (в ежегоднике Energy Statistics Yearbook, например), но немного известно о производительной части потребленной энергии (замещающей работе) P , которая является истинным создающим стоимость производственным фактором. Однако методы оценки работы замещения P разрабатываются (Ayres *et al*, 2003; Pokrovskii, 2007)), и можно надеяться, что оценки этой величины появятся в статистических сборниках.

Метод, основанный на соотношении между темпами роста производственных факторов (уравнение 5.20) и детально описанный в разделе 7.1.2, позволяет вычислять темп роста η замещающей работы, если темпы роста выпуска, капитала и трудозатрат известны. В качестве

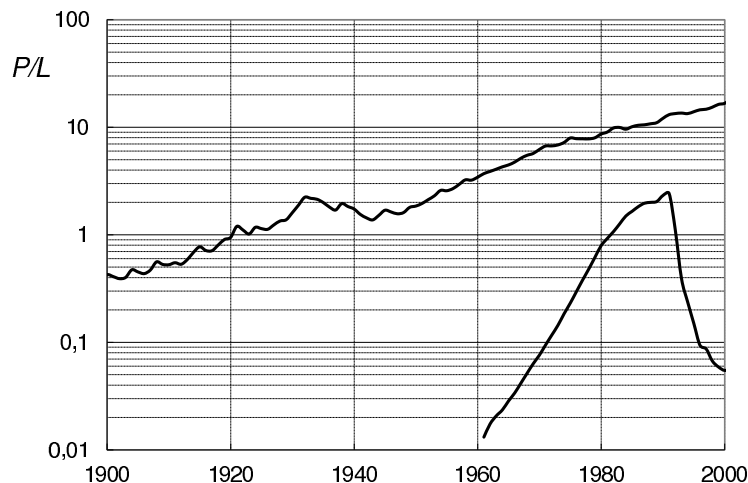


Рисунок 2.9 Отношение работы замещения к оценкам усилий работающих

Отношение $P/(hL)$ для американской экономики (верхняя кривая) по данным, изображенным на рисунках 2.7 и 2.8. Для сравнения приведено отношение для российской экономики (более низкая короткая кривая). По статье Бодро и автора (Beaudreau and Pokrovskii, 2010) с уточнением значений для России.

иллюстрации, рис. 2.8 показывает расчетные значения замещающей работы в американской экономике согласно официальной оценке эмпирической ситуации. Метод не позволяет вычислять абсолютные значения замещающей работы; в конце столетия значение замещающей работы было принято приблизительно равным 1 quad в соответствии с оценками предыдущего раздела. Временные зависимости первичного потребления энергии и замещающей работы могут быть аппроксимированы функциями

$$E = 33.3 \cdot e^{0.0205t} \text{ quad/year}, \quad (2.36)$$

$$P = 0.079 \cdot e^{0.0585t} \text{ quad/year}, \quad (2.37)$$

где, как и в предыдущих примерах, отсчет времени t (в годах) начинается с 1950 года.

Темп роста замещающей работы в американской экономике в 1950 - 99 годах превышал темп роста первичного потребления энергии приблизительно на 0.04. При сохранении темпов роста уже к середине два-

дцать первого века значение замещающей работы будет примерно на порядок меньше общего потребления энергоносителей. При дальнейшем развитии темпы роста потребления энергоносителей, темп роста замещающей работы уменьшится. На рис. 2.9 изображено отношение работы, выполненной производственным оборудованием к работе человека. Работа машин в США уже в 1950 году превышает работу, выполняемую человеком, которая составляет, как обсуждалось в разделе 2.4.1, приблизительно $4,18 \cdot 10^5 \text{ joule/hour}$. К настоящему времени при привлечении сторонних источников энергии усилия каждого работающего увеличиваются более чем в 10 раз в экономике США. Замещающая работа на единицу трудовых усилий в американской экономике после 1950 года может быть аппроксимирована функцией

$$P/L = 6,42 \times 10^5 \cdot e^{0.0441 t} \text{ joule/man} \cdot \text{hour}. \quad (2.38)$$

Наряду с производительностью труда (см. формулу 2.31) можно рассматривать среднюю производительность замещающей работы, которая для американской экономики уменьшается с увеличением времени как

$$Y/P = 2.14 \times 10^{-5} \cdot e^{-0.0259 t} \text{ dollar}(1996)/\text{joule}. \quad (2.39)$$

Лучшими характеристиками производительности труда и энергии являются предельные производительности (marginal productivities), которые будут введены и оценены в главе 7.

2.5.5 Архив знаний и предложение работы замещения

В то время как предложение рабочей силы \tilde{L} может быть связано с численностью населения, которое можно рассматривать как резервуар, откуда рабочая сила появляется (см. раздел 2.4.2), предложение работы замещения \tilde{P} может быть связано с архивом знаний, который играет роль бассейна (резервуара), из которого появляются предложения по использованию энергии. Человеческое воображение изобретает методы использования энергии в производственных целях. Основания для предложения энергии лежат в залежах знаний, которые бесполезны, пока они не используются в рутинном процессе производства. Эти запасы знаний, которые должны рассматриваться как ресурс, определяют возможность общества использовать энергию и привлекать дополнительную энергию к производству. Для реализации проектов нужно иметь идентифицированные источники энергии и приспособления, которые позволяют использовать энергию в целях производства.

Некоторые устройства должны быть изобретены, изготовлены и установлены для работы.

Чтобы описать процесс развития предложения энергии более детально, можно обратиться к простой трёхотраслевой модели системы производства, введенный в разделе 2.1. Обнаружение принципов организации и разработка проектов технологических процессов является содержанием деятельности второго сектора. Можно полагать, что архив знаний, которые являются фундаментальными результатами науки, результатами исследований и проектных работ (архив принципов организации) измерены их стоимостью R , принципы оценки которой обсуждались в разделе 2.3.4. Альтернативно, архив знаний может быть измерен непосредственно в натуральных единицах, то есть, числом зарегистрированных патентов, числом технических журналов, числом книг в печати и так далее. Знание воплощено в организациях и культурах больше чем в людях, хотя индивидуальные навыки также являются частью этой категории. Может ли стоимость запаса знаний R быть мерой информации, содержащейся во всем этом?

Далее, первый сектор материализует проекты. Можно найти большое количество блестящих примеров 'преобразования' знаний в полезную энергию в истории технологии, и можно попробовать формализовать этот процесс, принимая архив знаний источником появления предложений по использованию энергии. Можно допустить, отмечая аналогию уравнений (2.29) и (2.33), что уравнение для предложения замещающей работы \tilde{P} , то есть для того количества энергии, которое предназначено для эффективного использования в производственных процессах, следует записать по аналогии с уравнением (2.34) в форме

$$\frac{d\tilde{P}}{dt} = \tilde{\eta}\tilde{P}, \quad (2.40)$$

Можно предположить что темп потенциального роста замещающей работы $\tilde{\eta}$ зависит от архива знаний R и от цены введения замещающей работы в производство $1/\varepsilon$ (см. раздел 5.2, уравнение 5.16). Цена преобразования и материализации депонированных сообщений, что является ценой привлечения энергии к производству, появляется на стадии материализации принципов организации. Функция $\tilde{\eta} = \tilde{\eta}(\varepsilon, R)$ остаётся неизвестной; можно принять простую зависимость

$$\tilde{\eta} = g(\varepsilon)R. \quad (2.41)$$

Однако, в ситуации неопределённости удобнее задавать темп потенциального роста замещающей работы, или само предложение замещающей работы.

Хотя бесспорно, что знание делает энергию доступной для людей, остается вопрос, можно ли описать это в количественных терминах. Действительно ли функция (2.41) существует и, если существует, каково её асимптотическое поведение? Можно думать, что внимание к запасу знания, как истинному источнику экономического роста (Lucas, 1988; Romer, 1986, 1990; см. также учебник: Aghion и Howitt, 2009) может помочь решить проблему. Однако мы не знаем, ограничена ли доступная энергия или нет. Можно вообразить и рассмотреть два сценария развития: предложение энергии \dot{P} как функция времени имеет или не имеет предельного значения. Не возникает, очевидно, никакого вопроса относительно нехватки энергии. Существует только вопрос о способах использования энергии для того, чтобы получить желательный эффект. Этот вопрос явно связан с другим вопросом: ограничены ли наши знания?

2.6 Естественные процессы в производственной системе

Система производства встроена в природную окружающую среду. В начале производственного цикла вещество в первозданном виде извлекается из естественной окружающей среды, в то время как в конце производственного цикла отбросы и бесполезные побочные продукты выбрасываются в природу. Поток веществ начинается и заканчивается в окружающей среде (см. рис. 1.2 в первой главе), так что следует рассматривать взаимодействие производственной системы с окружающей средой.

Некоторые отрасли промышленности (сельское хозяйство и лесоводство, например) используют естественные процессы для обеспечения производства предметов потребления. Процессы в природном окружении используются также для того, чтобы устранять последствия нашей деятельности. Некоторые природные объекты даже используются как производственное оборудование. Почва (земля) используется, чтобы производить зерно, коровы используются, чтобы производить молоко и так далее. Так, природные вещи рассматриваются как производственный капитал, стоимость которого оценивается таким же образом как стоимость любых других капитальных продуктов.

Отраслевая структура производства, которая была рассмотрена в разделе 2.2, предполагает, что некоторые природные процессы вклю-

чены в систему производства. Для этого мы вводим цену и денежную меру для тех из естественных продуктов, которые поддерживаются человеческой деятельностью. Однако большая часть природных продуктов традиционно оцениваются нулевой ценой и не включаются в балансовую схему.

Чтобы рассмотреть взаимодействие между окружающей средой и системой производства более детально, следует допустить, что некоторые из переменных X_j в уравнениях (2.2) - (2.4) представляют количества естественных продуктов. Удобно предположить что, в соответствии с определениями раздела 2.2, символы X_j , $j \leq r$ обозначают валовые продукты искусственного происхождения, измеренные денежными единицами, и символы N_j , $j > r$ обозначают валовые количества продуктов природного происхождения, измеренные в натуральных единицах. Валовые продукты искусственного и естественного происхождения распределяются по всем отраслям (подобно тому, как это предположено при записи соотношения 2.3) следующим образом

$$X_i = \sum_{j=1}^r X_i^j + \sum_{j=r+1}^n X_i^j + Y_i, \quad i = 1, 2, \dots, r \quad (2.42)$$

$$N_i = \sum_{j=1}^r N_i^j + \sum_{j=r+1}^n N_i^j + \frac{Y_i}{p_i}, \quad i = r+1, r+2, \dots, n \quad (2.43)$$

где X_i^j - количество искусственного продукта с индексом i , используемого для производства продукта с индексом j , и точно так же N_i^j представляет количество естественного продукта с индексом i , используемого для производства продукта с индексом j , в то время как существует остаток Y_i (как для искусственного, так и для естественного продукта), именуемый конечным продуктом.

Теперь, мы можем написать второй набор уравнений баланса, которые, подобно уравнениям (2.4), представляют баланс производства стоимости в отраслях производства как искусственных, так и естественных продуктов

$$X^j = \sum_{l=1}^r X_l^j + \sum_{l=r+1}^n p_l N_l^j + Z^j, \quad j = 1, 2, \dots, r \quad (2.44)$$

$$p_j N^j = \sum_{l=1}^r X_l^j + \sum_{l=r+1}^n p_l N_l^j, \quad j = r+1, r+2, \dots, n \quad (2.45)$$

где Z^j - производство стоимости в секторе j , в то время как мы принимаем, что нет никакого производства стоимости в секторах естественного производства.

Удобно определить для продуктов естественных процессов

$$X_j = p_j N_j, \quad X_l^j = p_l N_l^j$$

чтобы включить все рассматриваемые величины в более детальную (по сравнению с таблицей 2.1) балансовую таблицу (Таблица 2.2).

Записанные соотношения позволяют определить производство стоимости $Z = \sum_{j=1}^n Z^j$ во всех отраслях. Для этого мы суммируем уравнения (2.43) по индексу i от 1 до r и также уравнения (2.45) по индексу j от 1 до r . Исключив промежуточные продукты первых отраслей, получаем

$$Z = \sum_{j=1}^r Y_j + \sum_{j=r+1}^n \left(\sum_{l=1}^r X_l^j - p_j \sum_{l=1}^r N_j^l \right) \quad (2.46)$$

В рассматриваемом случае мы также полагаем, что производство стоимости во всех отраслях Z равно конечному выпуску $Y = \sum_{j=1}^n Y_j$, и поэтому правая сторона уравнения (2.47) может рассматриваться как сумма компонент полного вектора конечного продукта Y , которые могут быть теперь определены как

$$Y_j = \begin{cases} Y_j, & j = 1, 2, \dots, r \\ \sum_{l=1}^r X_l^j - p_j \sum_{l=1}^r N_j^l, & j = r + 1, r + 2, \dots, n \end{cases} \quad (2.47)$$

Величина X_l^j , при $l \leq r, j > r$ представляет количество искусственного продукта с индексом l , поддерживающего производство естественного продукта с индексом j , так что сумма $\sum_{l=1}^r X_l^j$ является общей суммой искусственных продуктов, поддерживающих производство естественного продукта с индексом j . С другой стороны, N_j^l , при $j > r, l \leq r$ представляет количество естественного продукта с индексом j , необходимого для производства искусственного продукта l , так что сумма $\sum_{l=1}^r N_j^l$ является общей суммой естественного продукта j используемого в производстве во всех секторах.

Таблица 2.3 Баланс искусственных и природных продуктов

валовый выпуск	X^1	X^2	...	X^r	X^{r+1}	X^{r+2}	...	X^n	конечный выпуск
X_1	ИСКУССТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ				X_1^{r+1}	X_1^{r+2}	...	X_1^n	Y_1
X_2					X_2^{r+1}	X_2^{r+2}	...	X_2^n	Y_2
...				
X_r					X_r^{r+1}	X_r^{r+2}	...	X_r^n	Y_r
X_{r+1}	X_{r+1}^1	X_{r+1}^2	...	X_{r+1}^r	ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ				Y_{r+1}
X_{r+2}	X_{r+2}^1	X_{r+2}^2	...	X_{r+2}^r					Y_{r+2}
...
X_n	X_n^1	X_n^2	...	X_n^r					Y_n
производство стоимости	Z^1	Z^2	...	Z^r	0	0	...	0	Y

Итак, можно видеть, что компоненты конечного продукта (2.47), при $j > r$, являются характеристиками наших взаимодействий с природой. Значения характеристик зависят от цен естественных продуктов, так что очень важно использовать правильные цены для оценки характеристик взаимодействия. Так как природа не имеет представительного агента на рынке и не может торговаться с нами, не существует никакой рыночной оценки естественных продуктов, и можно выбирать цены произвольно. Естественно выбрать правильные цены таким способом, чтобы в сбалансированной ситуации все компоненты вектора (2.46) при $j > r$ исчезали. Из этого требования следует определение балансовой цены естественного продукта j как

$$p_j = \frac{\sum_{l=1}^r X_l^j}{\sum_{l=1}^r N_j^l}, \quad j = r+1, r+2, \dots, n \quad (2.48)$$

При этих ценах характеристики взаимодействия могут быть положи-

тельными или отрицательными: первый случай означает, что люди вкладывают капитал в окружающую среду, тогда как последний случай означает, что возникает повреждение в окружающей среде и это может интерпретироваться как наш долг природе.

Однако какие бы ни были цены естественных продуктов, всегда предполагается, что $Y_j = 0$ при $j > r$. Производство секторов естественных процессов обычно не принимается в расчёт вообще, и, таким образом, национальная статистика показывает обрезающую произведенную стоимость $Y = \sum_{j=1}^r Y_j$ вместо реального количества $Y = \sum_{j=1}^n Y_j$.

Недооценка цен естественных продуктов по сравнению с балансирующей ценой (2.48) приводит к дефициту валовых инвестиций в природу. Как в нашем, так и в предыдущих столетиях, система производства была включена в окружающую среду, но в предыдущие годы взаимодействие с окружающей средой не было столь большим, как в нашем веке, и было главным образом местное. В настоящее время, появились экологические проблемы, которые, по-видимому возникают от недооценки естественных продуктов. Соответствующий общественный механизм регулирования нашего взаимодействия с окружающей средой не существует в данный момент, по крайней мере, он несовершенен; механизм должен быть изобретен и внедрён в действительность.

Литература

- Волконский В.А. и Корягина Т.И. (2007) Современная многоярусная экономика и экономическая теория. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. <http://www.ecfor.ru/index.php?pid=books/volk01>
- Громов Г.П. (1985) Национальные информационные ресурсы: проблемы промышленной эксплуатации. Наука, Москва.
- Маркс К. (1960) Капитал. Критика политической экономии. Том первый, в: Карл Маркс и Фридрих Энгельс, Сочинения, издание второе, том 23. Государственное Издательство Политической Литературы, Москва.
- Пономаренко А.Н. (2002) Ретроспективные национальные счета России: 1961-1990. - М.: Финансы и статистика.
- Afriat S.N. (1977) The Price Index. Cambridge University Press, Cambridge *etc.*
- Aghion P. and Howitt P. (2009) The Economics of Growth. MIT Press, Cambridge, MA.

- Allen E.L. (1979) *Energy and Economic Growth in the United States*. MIT Press, Cambridge MA.
- Ayres R.U. (1998) Technological progress: A proposed measure. *Technological Forecasting and Social Change* 59: 213-233.
- Ayres R.U., Ayres L.W. and Warr B. (2003) Exergy, power and work in the U.S. economy, 1900-1998. *Energy* 28: 219-273.
- Ayres R.U., Ayres L.W. and Pokrovski V.N. (2005) On the efficiency of electricity usage since 1900. *Energy* 30: 1092-1145.
- Beaudreau B.C. and Pokrovskii V.N. (2010) On the energy content of a money unit. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 389: 2597 - 2606.
- Becker G. (1964) *Human Capital*. N.Y.: Columbia University Press.
- Blanchard O.J. and Fisher S. (1989) *Lectures on Macroeconomics*. MIT Press, Cambridge MA.
- Bortkiewicz L. (1952) Value and price in the Marxian system. *International Economic Papers* 2: 5-60. Engl. trans. of Bortkiewicz L, von (1906) *Wertrechnung und Preisrechnung im Marxschen System*. *Archiv fur Sozialwissenschaft und Sozialpolitik* 3, XXIII and XXV.
- Cottrell W.F. (1955) *Energy and Society: The Relation between Energy, Social Change and Economic Development*. McGraw Hill, New York.
- Eurostat (2013) *European system of accounts ESA 2010*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Fogel R.W. and Costa D.L(1997) A theory of technophysio evolution, with some implications for forecasting population, health care costs, and pension costs. *Demography* 34: 49 - 66.
- Harrison G.A., Weiner J.S., Tanner I.M., Barnicot N.A. and Reynolds V. (1977) *Human Biology: An Introduction to Human Evolution, Variation, Growth and Ecology*. Oxford University Press, Oxford.
- Kawamoto K., Koomey J.G., Nordman B., Brown R.E., Piette M.A., Ting M. and Meier A.K. (2002) Electricity used by office equipment and network equipment in the U.S. *Energy* 27: 255-269
- Koomey J.G., Cramer M., Piette M.A. and Eto J.H. (1995) Efficiency improvements in U.S. office equipment: Expected policy impacts and uncertainties. Lawrence Berkeley National Laboratory 37383, Berkeley, CA.
http://enduse.lbl.gov/projects/of_feqpt.html Accessed 17 March 2011

- Leontief W.W. (1936) Quantitative input and output relations in the economic system of the United States. *Review of Economic Statistics* 18: 105-125.
- Leontief W.W. (1941) *The Structure of the American economy 1919–1939*. Harvard University Press, Cambridge MA.
- Leontief W.W. (1986) *Input-Output Economics*, 2nd Ed. Oxford University Press, New York, Oxford.
- Lietaer B. (2001) *The Future of Money: A New Way To Create Wealth, Work, and a Wiser World*. Century, London.
- Lucas R.E. (1988) On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics* 22: 3-42.
- Machlup F. (1980) Knowledge and knowledge production. In series: Knowledge, its Creation, Distribution, and Economic Significance. Vol. 1, Princeton University Press, Princeton.
- Mohun Simon and Roberto Veneziani (2017) Value, price, and exploitation: The logic of the transformation problem. *Journal of Economic Surveys* (2017) Vol. 31, No. 5, pp. 1387-1420
- Nakićenović N., Gilli P.V. and Kurz R. (1996) Regional and global exergy and energy efficiencies. *Energy* 21: 223-237.
- Pasinetti L.L. (1977) *Lectures on the Theory of Production*. McMillan Press, London and Basingstoke.
- Patterson M.G. (1996) What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. *Energy Policy* 24: 377-390.
- Phillips A.W. (1958) The Relation between unemployment and the rate of change of money wage rates in the United Kingdom, 1861-1957. *Economica* 25(100):, 283-99.
- Pokrovski V.N. (2003) Energy in the theory of production. *Energy* 28: 769-788.
- Pokrovski V.N. (2007) Productive energy in the U.S. economy. *Energy* 32: 816-822.
- Rivers J.P.W. and Payne P.R. (1982) The comparison of energy supply and energy needs: A critique of energy requirements. In Harrison GA (ed) *Energy and Effort*. Taylor and Francis, London, pp. 85-105.
- Romer P.M. (1986) Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy* 94: 1002-1037.

- Romer P.M. (1990) Endogenous technological change. *Journal of Political Economy* 98: 71-102.
- Samuelson P. (1971) Understanding the Marxian notion of exploitation: a summary of the so-called transformation problem between Marxian values and competitive prices. // *Journal of Economic Literature*. 1971. Vol. 9. No 2. P. 399-431.
- Scott M.F.G. (1989) *A New View of Economic Growth*. Clarendon Press, Oxford.
- Smith A. (1976) *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, in two volumes. Clarendon Press, Oxford.
- Sraffa P. (1975) *Production of Commodities by Means of Commodities: Prelude to a Critique of Economic Theory*. Cambridge University Press, Cambridge *etc.*
- Studenski P. (1961) *The Income of Nations. Theory, Measurement and Analysis: Past and Present*. New York University Press, Washington Square. Перевод: Студенский П., Доход наций (Теория, измерение и анализ: прошлое и настоящее). Москва, Статистика, 1968.
- Tougan-Baranovsky M. (1905) *Theoretische Grundlagen des Marxismus*. Dunker and Humbolt, Leipzig. Перевод: Туган-Барановский М.И. Теоретические основы марксизма. -3-е изд. -М.: УРСС, 2003.
- Zarnikau J., Guermouche S. and Schmidt P. (1996) Can different energy resources be added or compared? *Energy* 21: 483-491.