

Глава 1

Введение: Стоимость и производственные факторы

В этой книге обсуждаются проблемы, являющиеся предметом изучения теоретической экономики и ряда примыкающих к ней дисциплин. Есть некоторое неудобство в том, что как наука о народном хозяйстве, так и сам объект изучения имеют в русском языке одно и то же название – экономика. Не удобнее ли использовать другое название и считать, например, что теоретическим изучением процессов развития общественного производства и распределения занимается *экономодинамика*, подобно тому, как термодинамика изучает процессы, связанные с возникновением и исчезновением тепла, гидродинамика – процессы движения жидкостей, электродинамика – изменение электрических и магнитных полей.... Но что изучает экономодинамика? Можно легко убедиться, взглянув на содержание экономических дисциплин, что общим для них всех является 'субстанция' стоимости.

1.1 Беглый взгляд на хозяйственную деятельность

Процветание популяции человека на Земле связано с особенностями человеческих сообществ. В отличие от любой другой биологической популяции, люди, развивая большой уровень сотрудничества членов общества, изобрели сложные искусственные средства поддержки

своего собственного существования. Начиная с палеолитических времен, убежище, топливо и одежда стали потребностями жизни, почти столь же фундаментальными как пища. Первоначальной движущей силой производственных процессов являются потребности людей, их желание потреблять и, следовательно, производить. Как экономическая система, общество производит все, что необходимо для выживания: средства для поддержания человеческого существования, так и инструменты для того, чтобы производить такую поддержку. С палеолитических времен организация человеческого общества прогрессирует, и современное общество представляется огромной иерархической конструкцией, и каждый из членов общества, так или иначе, включен в эту сложную систему.

Огромное количество искусственно созданных объектов накоплено человечеством. Перечень включает здания, транспортные пути, мосты, производственное оборудование, системы снабжения энергией, системы канализации и прочие объекты. Кроме материальных предметов потребления, общество накопило большое количество неосязаемых ценностей: знание законов природы, принципы организации общества, произведения литературы и искусств и тому подобное. Как материальные, так и нематериальные составляющие *общественного богатства* одинаково важны для поддержания существования человеческих сообществ. Для создания и поддержания совокупности полезных для человека объектов, была изобретена и поддерживается в действии *общественная производственная система*, и это является именно тем, что отличает человеческую популяцию от других биологических популяций.

Для того, чтобы описать функционирование общественного хозяйства, следует иметь в виду некоторую эвристическую модель, которая в самом простом случае, на основании предыдущего опыта изучения системы в рамках классической политической экономии и неоклассической экономики (Vlaug, 1997), может быть представлена так, как изображено на рис. 1.1. Центральное положение в модели занимает производственный блок, который состоит из многих производственных единиц: предприятий, фабрик, заводов, фирм, исследовательских институтов и прочих организаций, которые создают все, в чем нуждается человек. Производственная система использует материалы окружающей среды, преобразовывает естественные вещества в законченные и незаконченные предметы, последние преобразуются в другие предметы, процесс продолжается, пока все это не потребляется, в конце концов, и вещества возвращаются в окружающую среду как отбросы. Система функционирует непрерывно.

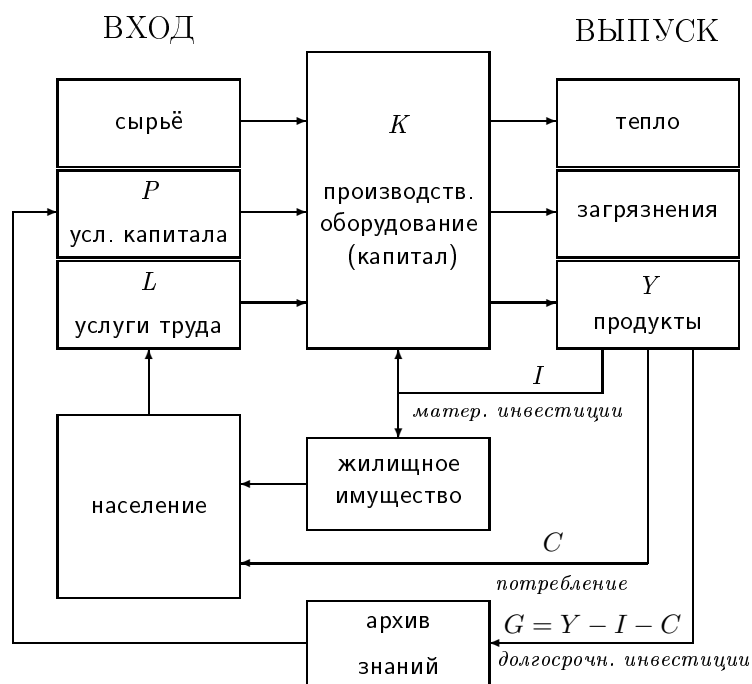


Рисунок 1.1 Поток в системе производства-потребления

Чтобы произвести товар или услугу, кроме производственного оборудования K , необходимо сырьё (руды, вода, воздух, носители энергии и так далее), приложение усилий рабочих и служащих L и использование некоторого фактора, который можно назвать услугами капитала P . Этот последний фактор тесно связан с оборудованием производства – основным капиталом, но отличен от него. Хотя услуги капитала P можно рассматривать формально как независимый производственный фактор, едва ли возможно найти для него другую интерпретацию отличную от величины работы производственного оборудования – работы, которая совершается с помощью внешних источников энергии вместо усилий работающих. Выпуском производственного процесса является множество услуг и предметов потребления, которые оцениваются их совокупной стоимостью Y . Часть конечного продукта Y непосредственно потребляется людьми (C), часть идет на увеличение и улучшение производственной системы через поддержание старого и введение нового производственного оборудования (I), так что сама производственная система является субъектом развития. Процессы производства сопровождаются потоками тепла и отходов, но это является другой стороной проблемы, на которую мы не будем обращать много внимания в монографии.

Взаимодействие между различными единицами производственной системы и населением реализуется посредством обмена с помощью денег, так что население и производственную систему можно представить погруженной в денежную среду, которая создаётся правительством, центральным банком и многими коммерческими банками (см. схему на рис. 1.2). Правительство, как центральный экономический субъект, представляет общие интересы (внешняя и внутренняя безопасность, инфраструктура, социальные программы, окружающая среда и так далее) всех членов общества. Центральный банк выпускает банкноты и монеты – первичные деньги, которые распределяются по коммерческим банкам. Механизм выпуска предполагает, что все бумажные деньги циркулируют среди экономических агентов: фактически бумажные деньги не содержатся в коммерческих банках. Центральный банк предоставляет коммерческим банкам кредиты, так что коммерческие банки могут снабжать клиентов кредитными деньгами. Записи на счетах клиентов представляют небумажные деньги, которые создаются коммерческими банками. Так, центральный банк и коммерческие банки вводят неопределённое количество циркулирующих денег в монетах, банкнотах и депозитах в систему, состоящую из правительства, центрального банка и многих клиентов коммерческих банков.

Человек обменивает свои услуги на промежуточный продукт – *деньги*, и, затем, обменивает деньги на продукты, в которых он нуждается. Современные деньги являются ничем иным как свидетельством, что его владелец имеет право получить определенный набор продуктов. Современные деньги являются бумажными деньгами и записями на счетах в центральных и коммерческих банках и, таким образом, сами по себе совершенно бесполезны. Ценность современных денег происходит только из факта, что они могут быть обменены на продукты. Поэтому, одновременно с движением продуктов, наблюдается движение денег, которые следует рассматривать как отдельный, специфический продукт. Деньги циркулируют в экономике, обеспечивая обмен продуктами. Направление потоков денег противоположно направлению движения продуктов.

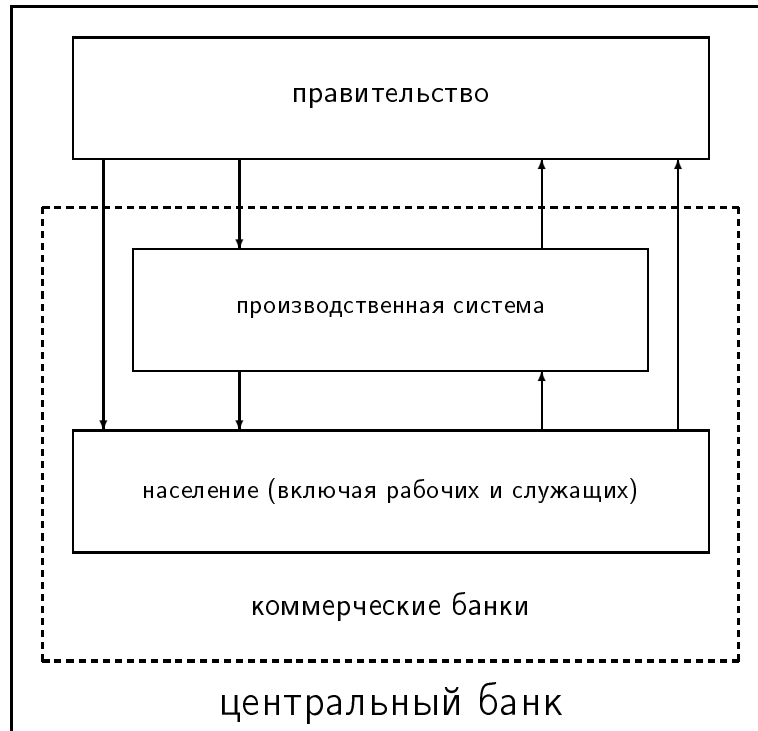


Рисунок 1.2 Схема потоков в народном хозяйстве

Центральный банк и коммерческие банки создают денежную среду для деятельности экономических субъектов. Система производства создает все продукты и порождает денежные потоки между производственными единицами, а также от производственных единиц к работающим на производстве. Домашние хозяйства приобретают продукты, и деньги возвращаются к производителям. Денежные потоки движутся в направлении противоположном потокам продуктов. Правительство получает свою часть произведенной стоимости в форме налогов, которые в различных количествах возвращаются к экономическим субъектам. Любой поток денег является объектом переговоров и соглашений между соответствующими субъектами.

Реальное производство и *денежная система* переплетаются друг с другом, так что следует думать, что надлежащее описание может быть достигнуто, когда эти явления изучаются совместно. Но в основе системы лежит реальное производство и можно начать изучение функционирования народного хозяйства с производственной системы, пренебрегая влиянием денежной системы. Реальная архитектура производственной системы оказывается сложной (см., например, Волконский и Корягина, 2007), но в грубом приближении (макрэкономический подход), производственная система может рассматриваться как совокупность взаимодействующих чистых отраслей; в самом простейшем случае производственная система рассматривается как одна отрасль (Tinbergen and Bos, 1962). Исследование законов производства является одной из центральных проблем экономодинамики.

1.2 Понятие стоимости

Понятие *продукта* оказывается одним из фундаментальных понятий теории, и может быть определено как нечто, что произведено для того, чтобы быть потреблённым. При этом не имеет значения, совпадает ли момент потребления с моментом производства, как, например, в случае транспортных услуг, или не совпадает. В последнем случае продукт существует в течение некоторого времени в его материальной или нематериальной форме. Также несущественно, предназначен ли продукт для удовлетворения потребностей производителя или готовится на продажу.¹

¹Обратим внимание на различие понятий *продукт* и *товар*. Последний определяется как нечто, что произведено для продажи, то есть для обмена, при котором проявляется стоимость. Отсюда некоторые ошибочно заключают, что то, что произведено для собственного потребления, не обладает стоимостью. Это утверждение было уже в своё время отвергнуто Марксом (1960, с. 86-87): '...представим себе, прежде всего, Робинзона на его острове. Как ни скромен он в своих привычках, он все же должен удовлетворять разнообразные потребности и потому должен выполнять разнородные полезные работы: делать орудия, изготавливать мебель, приручать ламу, ловить рыбу, охотиться и т. д. ... Несмотря на разнообразие его производительных функций, он знает, что все они суть лишь различные формы деятельности одного и того же Робинзона, следовательно, лишь различные виды человеческого труда. В силу необходимости он должен точно распределять свое рабочее время между различными функциями. Больше или меньше места займет в его совокупной деятельности та или другая функция, это зависит от того, больше или меньше трудностей придется ему преодолеть для достижения данного полезного эффекта. Опыт учит его этому, и наш Робинзон, спасший от кораблекрушения часы, grossesbuch, чернила и перо, тотчас же, как истый англичанин, начинает вести учет самому себе. Его инвентарный список содержит перечень предметов потребления, некоторы-

Согласно утверждениям исследователей,² продукт можно рассматривать как единство потребительной стоимости (use-value) и стоимости производства (production-value), что позволяет продуктам участвовать в процессах обмена. В обмене продукты противостоят друг другу, и потребительная стоимость одного продукта противостоит потребительной стоимости другого. Продукты с различными потребительными стоимостями могут быть сравнены вследствие того, что производственные стоимости всех продуктов отличаются только по количеству, но не по качеству. Таким образом, свойство, которое позволяет продуктам быть сравненными и обмененными, является их *меновая стоимость* или просто *стоимость*.³ Стоимость - это атрибут продукта, также как масса, например, является атрибутом материи.

Полагают, что, независимо от той или иной факторной интерпрета-

ми он обладает, различных операций, необходимых для их производства, наконец, там указано рабочее время, которого ему в среднем стоит изготовление определенных количеств этих различных продуктов. Все отношения между Робинзоном и вещами, составляющими его самодельное богатство, настолько просты и прозрачны, что даже г-н Макс Вирт сумел бы уразуметь их без особого напряжения ума. И все же в них уже заключаются все существенные определения стоимости'.

²Ещё Аристотель, анализируя обмен различных вещей, замечает (Aristotle, about 350 В.С.Е, книга 5, секция 5) '... все вещи, которые обмениваются, должны быть, так или иначе, сопоставимы'. Маркс (Маркс, 1960, р. 14) писал: '... , когда товары обмениваются, их меновая стоимость проявляется как нечто полностью независимое от их потребительной стоимости. Но если мы абстрагируемся от их потребительной стоимости, то остается их стоимость как определено выше. Поэтому, общее свойство, которое проявляется в меновой стоимости обмениваемых товаров, всякий раз, когда они обмениваются, является их стоимость'. Краткая история и анализ понятия стоимости изложены, например, А.Н. Усовым (<http://www.usoff.narod.ru/Us4.htm>). Начав с понятий потребительной и производственной стоимости, Усов показал, как следует ввести понятие стоимости, свободное от каких либо заранее приготовленных интерпретаций. Каждому, кто учился в высшем учебном заведении в СССР до 1990 года, приходилось заучивать утверждение, что 'стоимость это затраты труда'. Однако нет никакой необходимости заранее сводить понятие стоимости к затратам труда. Факторные теории стоимости, то есть сведения стоимости к труду, капиталу и другим универсальным факторам производства рассматриваются в следующих разделах.

³Маркс различал понятия *меновая стоимости* и *стоимости*, последнюю он отождествлял с затратами труда. В четвертом томе Капитала (Теории прибавочной стоимости, глава восемь, стр. 52 во втором русском издании сочинений Маркса и Энгельса) можно найти утверждение, что '... товары обмениваются не по их стоимостям, а по отличающимся от этих стоимостей средним ценам ... ', называемыми в других местах 'ценами производства'. Наблюдения Маркса следует интерпретировать так, что '... товары обмениваются не по *затратам труда*, а по отличающимся от затрат труда величинам, которые обычно интерпретируются как *стоимости* ... '. Величины *стоимости* и *затрат труда* могут быть определены и оценены независимо, на что было указано ещё Бём-Баверком (Bohm-Bawerk, 1896). Далее везде под стоимостью понимается именно *меновая стоимость*.

ции стоимости, продукты обмениваются в среднем по их стоимостям. Это утверждение является аксиомой и определяет относительную меру стоимости, позволяет приписывать определенное количество стоимости продуктам и оценивать стоимость набора продуктов. Стоимость измеряется в условных денежных единицах, которые устанавливаются, когда признанное средство обращения (деньги) вводится в экономическую систему. Благодаря всеобщему обмену с помощью денег, могут быть оценены все продукты, и это рассматривают как оценка их *стоимости* в произвольных денежных единицах (рубль, доллар, фунт стерлингов, евро и прочие). Можно оценить, например, множество услуг и предметов потребления, произведенных нацией в течение года. Это количество называют валовым внутренним продуктом (ВВП).

Механизм обмена являлся объектом внимательного рассмотрения. Некоторые из исследователей подчеркивали полезность продукта и говорили, что нет никакой стоимости без полезности, так что стоимость следует рассматривать как рыночную оценку полезности вещи. Другие исследователи утверждали, что существуют некоторые вещи (вода и воздух, например), которые имеют полезность без рыночной стоимости, так что, содержание стоимости закладывается при производстве вещей, и следует обратиться к этой стороне и принять во внимание издержки производства вещей. В конце концов было понято, при этом исследовании Вальраса (Walras, 1874) и Маршалла (Marshall, 1920) обычно особенно отмечают, что как издержки производства (предложение), так и полезность (спрос) взаимно определяют стоимость вещей. По словам Маршалла, 'мы могли бы так же разумно дискутировать, верхнее или нижнее лезвие ножниц режет бумагу, как и то, определяется ли стоимость полезностью или затратами производства'.

Движение и преобразование продуктов в народном хозяйстве могут быть описаны, как потоки стоимости, которая появляется при первом касании вещества рукой человека, движется вместе с материальной оболочкой продукта, оставляет свою материальную форму, переходит в другие вещества, и исчезает при заключительном потреблении. Изучением этих процессов занимается эмпирическая наука *эконодинамика* (*econodynamics*), которая может быть определена как наука, которая исследует процессы появления, движения и исчезновения стоимости, мало интересуясь ее материальным носителем. Понятие стоимости в эконодинамике так же важно и занимает такое же место, как понятия энергии и энтропии в физике. В настоящее время мы имеем только фрагменты этой науки, и один из фрагментов представлен в этой монографии.

Понятие стоимости позволяет унифицировать описание и говорить как о производстве вещей, так и о производстве стоимости. При этом можно сказать, что производство создаёт вещи, но стоимость вещей определяется функционированием всей системы производства-распределения. Отметим, что существуют некоторые странности с современным употреблением понятия стоимости. В своей повседневной работе экономисты только и делают, что оценивают потоки стоимости между людьми, предприятиями и странами, но в теоретических построениях учёные экономисты стараются избегать этого понятия; понятие полезности используется вместо этого. Политическая экономия девятнадцатого столетия превратилась в *экономику (economics)* наших дней, которая определена как '... исследование того, как общества используют ограниченные ресурсы, чтобы производить ценные предметы потребления и распределять их среди различных групп' (Samuelson and Nordhaus, 1989, p. 5). Но экономические науки не могут существовать без понятия стоимости. Рассмотрение потоков стоимости (в произвольных денежных единицах) в народном хозяйстве позволяет создать общие описательные схемы производства и распределения.

1.3 Факторные теории стоимости

В течение столетий исследователи старались понять, как вещи приобретают свою стоимость, или, иными словами, старались найти некий универсальный источник богатства, свести производство стоимости в денежных единицах Y (напомним, что по характеру оценки эта величина представляет меновую стоимость) со значениями некоторых универсальных, создающих стоимость факторов, получивших название *производственных факторов*. Сформулированный таким образом *закон производства стоимости* играет фундаментальную роль в экономических теориях, и потому вправе считаться *основным экономическим законом*.

1.3.1 Закон стоимости в классической политэкономии

Бенджамин Франклин, известный своими работами по электричеству (Капица, 1956), одним из первых сформулировал утверждение, что мерой стоимости является труд, затраченный при производстве (Franklin, 1729). Эта идея явилась центральной в политической экономии начала девятнадцатого столетия и нашла особенное развитие в трудах Адама Смита (Smith, 1776), Давида Рикардо (Ricardo, 1817)

и Карла Маркса (Marx, 1867). В классической политической экономии труд рассматривался как единственный создающий стоимость фактор. Согласно Смиту, 'стоимость всякого товара для лица, который производит товар и не желает использовать или лично потребить, а обменять на другие предметы, равна количеству труда, которое он может купить на него или получить в своё распоряжение' (По переводу: Соцэкгиз, Москва, 1962, с. 38). Согласно Марксу, 'все предметы потребления являются только определенными массами замороженного трудового времени'. *Трудовая теория стоимости* утверждает, что стоимость произведённого продукта эквивалентна общественно необходимому затратам труда на его производство. По этим представлениям, выпуск производственной системы Y в денежных единицах определяется как функция трудозатрат L

$$Y = Y(L).$$

При рассмотрении динамики, выпуск обычно измеряется денежными единицами постоянной покупательной способности (см. подробнее в разделе 2.2.3), исключая инфляционные явления, когда значение Y ползёт вверх вследствие обесценивания денежной единицы. Оцененный такими денежными единицами выпуск Y представляет как бы 'физическое' содержание результатов производства, о котором также говорят как о потребительной стоимости.

Рассматривая величину меновой стоимости Y пропорциональной количеству труда L , находящего себе осуществление в этом товаре, что по Марксу представляет истинную, трудовую стоимость, формально можно записать

$$Y = AL. \quad (1.1)$$

Из записанного соотношения при простых предположениях следует, что при модификации производственных возможностей производительность труда $A = Y/L$ меняется по закону

$$A = A_0 e^{\psi t},$$

где A_0 – значение производительности труда в начальный момент времени, ψ – темп уменьшения потребления труда при введении технологических усовершенствований.

Как правило, темп роста выпуска Y превышает темп роста трудозатрат L , что демонстрирует рост производительности труда. Изменение производительности труда связано с изменением производительной силы труда, которая по Марксу (Капитал, том 1, отдел 1, глава 1, стр.

40.) '... определяется разнообразными обстоятельствами, между прочим средней степенью искусства рабочего, уровнем развития науки и степенью ее технологического применения, общественной комбинацией производственного процесса, размерами и эффективностью средств производства, природными условиями'. Однако потребовалось немало усилий и времени для того, чтобы разобраться в 'разнообразных обстоятельствах' и ввести переменные, которые позволили бы формализовать их влияние на производительность труда Y/L . При этом сведение стоимости к одному фактору – трудозатратам L – не объясняло всех явлений экономического развития, и в теорию стоимости были введены, кроме трудозатрат L , другие производственные факторы, такие как земля и капитал (Wicksteed, 1894).

1.3.2 Капитал как производственный фактор

Неотъемлемым элементом производства является оборудование, о котором мы думаем как о собрании машин, зданий, дорог, гаваней, трубопроводов и тому подобных объектов, включая животных и их пастбища. Установка и эксплуатация производственного оборудования приводит к изменению выпуска⁴ при постоянных трудозатратах L и, соответственно, к увеличению производительности труда Y/L , и было бы странно не учитывать этот эффект. И действительно, в теорию стоимости была введена (Wicksteed, 1894) дополнительная переменная – денежная оценка производственного оборудования (основной производственный капитал) K , как существенный производственный фактор. При этом предположении выпуск Y записывается как функция двух переменных

$$Y = Y(K, L). \quad (1.2)$$

В соотношении (1.2) капитал K и труд L рассматриваются как совершенные заместители друг друга, то есть заданный выпуск в денежных единицах может быть достигнут любой комбинацией этих двух факторов, хотя, конечно, возможна наиболее эффективная комбинация, зависящая от цен факторов производства.

⁴Рассматривая производство в приближении нескольких отраслей, Маркс в третьем томе 'Капитала', заметил, что распределение прибыли по отраслям соответствует распределению затрат труда в отраслях тогда лишь, когда органическое строение капитала, то-есть, в терминах Маркса, отношение постоянного капитала к переменному, или, другими словами, отношение стоимости производственного оборудования к затратам на наём рабочей силы, в отраслях постоянно; в противном случае соответствия не наблюдается. Это указывало на необходимость учёта роли производственного оборудования в теории производства стоимости.

Было предложено (Ferguson, 1969) много конкретных форм функции (1.2), но одна из них, установленная Коббом и Дугласом (Cobb and Douglas, 1928), оказалась наиболее употребительной

$$Y = Y_0 \frac{L}{L_0} \left(\frac{L_0 K}{L K_0} \right)^\alpha, \quad 0 < \alpha < 1. \quad (1.3)$$

Функция (1.3) имеет преимущество в том, что индекс α не зависит от начальных значений производственных факторов и может рассматриваться как характеристика производственной системы непосредственно. Функция (1.3) часто используется для интерпретации явлений экономического развития.

Другая традиция (Harrod, 1939, 1948; Domar, 1946, 1947), рассматривает выпуск как линейную функцию капитала (или обобщенного капитала)

$$Y = AK, \quad (1.4)$$

Производительность основного капитала A , по эмпирическим данным, не зависит от производственных факторов. Нетрудно заметить, что при этом законы (1.3) и (1.4) совместимы только при значении $\alpha = 1$, что приводит к исключению трудозатрат из закона производства стоимости.

Другой парадокс, описываемый Solow (1957), заключается в том, что теория, основанная на неоклассической производственной функции (1.2), не включает технологические изменения. Однако, совершенно ясно, что технологический прогресс был, в конечном счете, источником экономического роста в развитых странах в последних столетиях, и это явление должно быть включено в теорию экономического роста.

Чтобы избежать указанных трудностей, было предложено (Solow, 1957) считать аргументами функции (1.2) не капитал K и трудозатраты L , а услуги капитала $K' = A_K(t)K$ и труда $L' = A_L(t)L$, которые связаны с измеряемыми количествами основного капитала K и труда L , но отличаются от них неопределёнными, зависящими от времени множителями, и представить производственную функцию в виде

$$Y = Y(K', L'). \quad (1.5)$$

Иными словами, предполагается, что возможна дополнительная зависимость функции (1.2) от времени (интерпретируемая как введение *экзогенного технического прогресса*), которая может быть установлена эмпирически (Brown, 1966). Множители $A_K(t)$ и $A_L(t)$ могут быть выбраны различным образом, благодаря чему производственная функция может быть записана в различных видах (Solow, 1957). В одном

из простейших (но часто используемых) случаев, например, производственная функция записывается в виде

$$Y = Y_0 A(t) \frac{L}{L_0} \left(\frac{L_0}{L} \frac{K}{K_0} \right)^\alpha, \quad 0 < \alpha < 1, \quad (1.6)$$

где только единственный, зависящий от времени множитель $A(t)$, появляется для того, чтобы описать влияние технического прогресса.

Понятия услуг труда и капитала оказались необходимыми и очень полезными для того, чтобы объяснить наблюдаемый рост выпуска (Jorgenson and Griliches, 1967; Jorgenson and Stiroh, 2000). Однако, проблема эндогенного включения технического прогресса в теорию оставалась нерешенной, и Соллоу (Solow, 1994) ещё раз сформулировал задачу, как вопрос о том, *'может ли кто-нибудь сказать что-нибудь полезное о прогрессе в форме, которая могла бы быть частью агрегированной модели роста'*.⁵

В недавние десятилетия, были предприняты попытки описать технический прогресс в явном виде путём включения в производственную функцию новых переменных, типа технологии, или человеческого капитала, или запаса знаний H (Griliches, 1979, 1988; Romer, 1986, 1990; Lucas, 1988), или потребляемой энергии E (Hudson and Jorgenson, 1974; Berndt and Wood, 1979; Kümmel et al, 1985; Kümmel, 1982). Предполагалось, что выпуск Y может быть записан как функция трёх или более переменных

$$Y = Y(K, L, H, E\dots).$$

Однако, надежда найти достаточное число надлежащих переменных для того, чтобы включить технический прогресс явным образом, не оправдалась. Эконометрические исследования более чем 90 различных переменных, предложенных как потенциальные детерминанты роста, не давали определенного результата (Durlauf and Quah, 1999). Обзор последних достижений неоклассического подхода может быть найден в монографии (Aghion and Howitt, 2009).

Неоклассическая традиция придаёт большое значение производственному оборудованию, учитывая в теории его пассивное присутствие как некоторой совокупности объектов с денежной оценкой K , игнорируя его активную роль. Производственное оборудование устанавливается для того, чтобы выполнять определённые действия, облегчать определённую работу, и необходима какая-то характеристика активности существующего основного капитала, на что указывала

⁵Solow (1994): *'whether one has anything useful to say about the progress, in a form that can be made part of an aggregative growth model'*.

Джоан Робинсон (Robinson, 1953-1954). Очевидно, что как собрание оборудования, капитал не является 'производительным' в физическом смысле, он – мертв (Beaudreau 1998). Действительно, не столь важно, сколько оборудования мы имеем, как то, какова польза от установленного оборудования.

1.3.3 Закон замещения

Функцией производственной системы является изменение форм материи, то есть, преобразование, например, руд различных химических элементов в самолет, который может летать. Чтобы преобразовать вещество, требуется работа.⁶ Современные технологии предполагают, что эта работа может быть выполнена человеком непосредственно, или же с помощью некоторых приспособлений и внешних источников энергии (вода, ветер, уголь, нефть, и так далее). Например, чтобы размолоть зерно в муку, можно использовать или ручную мельницу, или водяную мельницу, или ветряную мельницу, или паровую мельницу. Один и тот же результат может быть получен при различном потреблении энергии и различных усилиях работающих, с чем окончательный результат сравнивается. В последних случаях, работа, выполняемая руками человека, заменяется работой падающей воды, или ветра, или тепла. В этих случаях, как и во многих других, производственное оборудование оказывается некоторым средством для привлечения внешних источников энергии (вода, ветер, уголь, нефть, и так далее) к производству вещей. Независимо от того, кто или что делает работу, вся работа должна быть сделана, чтобы получить окончательный результат.

Возможно, что первый, кто написал о функциональной роли машин в производстве, был Галилео Галилей. Он понял, что все машины передают и прилагают силу, что можно рассматривать как специальные случаи принципа рычага и точки опоры. Видный историк науки и техники Дональд Кардвелл (Cardwell, 1972) установил, что Галилео в своих рукописных заметках *О движении* (*On Motion*, 1590) и *О механике* (*On Mechanics*, 1600) осознал, что 'функцией машины является должное восприятие и использование сил, которые могут быть найдены в природе, возможно лучшим способом в целях человека ... Критерием является сделанный объем работы – как бы он ни оценивался – а не субъективная оценка усилий, затраченных на выполнение

⁶Работу следует понимать как процесс преобразования энергии из одной формы в другую, например, из механической в тепловую форму.

этого'. Преимущество машин в том, что они используют дешевые источники энергии, потому что 'падение воды реки стоит немного или вообще ничего'.

То, что деятельность машин должна быть включена в описание производства, было ясно осознано Марксом (1960), который описал функциональную роль машин в производственных процессах в главе XIII *Машины и современная промышленность* своего главного сочинения следующими словами:

Если мы присмотримся ближе к машине-орудию, или собственно рабочей машине, то мы в общем и целом увидим в ней, хотя часто и в очень измененной форме, все те же аппараты и орудия, которыми работают ремесленник и мануфактурный рабочий; но это уже орудия не человека, а орудия механизма, или механические орудия (с. 384). Итак, рабочая машина - это такой механизм, который, получив соответственное движение,

совершает своими орудиями те самые операции, которые раньше совершал рабочий подобными же орудиями. Исходит ли движущая сила от человека или же, в свою очередь, от машины - это ничего не изменяет в существе дела (с. 385). В качестве машин средство труда приобретает такую материальную форму существования, которая обуславливает замену человеческой силы силами природы и эмпирических рутинных приёмов - сознательным применением естествознания (с. 397). Если не считать средние ежедневные издержки машин и орудий или ту составную часть стоимости, которую они присоединяют к продукту ежедневным средним износом и потреблением вспомогательных материалов, например, масла, угля и так далее, то окажется, что они действуют даром, как силы природы, существующие без содействия человеческого труда (с. 399).

Эти примеры иллюстрируют, что как естествоиспытатели, так и экономисты прошлого распознали уникальную роль машин в производственных процессах, определяемую как *замещение усилий человека работой машин, движимых внешними источниками энергии*, в то время как степень этой замены зависит от применяемой технологии. Различные механизмы и приборы изобретены, чтобы заменить усилия человека.⁷ В совокупности они представляют материальную реа-

⁷ В.Н. Власов (2008) удачно определяет роль приборов и машин в производствен-

лизацию технологии – производственное оборудование. Важно иметь в виду, что, в то время как производственное оборудование (основной капитал) является необходимым фактором, работа может быть заменена только работой, или, если сказать по-другому, работа не может быть заменена капиталом.

1.3.4 Обобщение трудовой теории стоимости

Любой экономист согласится, что труд является важнейшим производственным фактором, но добавит, что ситуация оказывается более сложной: величина произведённой стоимости, вообще говоря, не сводится к затратам труда, что-то еще должно быть добавлено для объяснения явления. Можно предположить, что 'кое-что', что необходимо ввести в теорию, является Марксовым феноменом 'замещения усилий человека природными силами'. Действительно, осознав это явление, Маркс мог бы предположить, что замещение влияет на механизм производства стоимости. Чтобы понять, как бесплатная работа влияет на стоимость продукта, он мог бы проанализировать работу двух подобных предприятий. Он мог бы полагать, что первое из предприятий использует технологию, которая требует некоторых количеств труда L и замещающей работы оборудования P , и, чтобы произвести то же самое количество того же самого продукта, второе предприятие использует технологию с количествами $L - \Delta L$ и $P + \Delta P$ факторов производства. Так как продукты, как полагаем, являются идентичными, меновые стоимости продуктов каждого предприятия на рынке равны, несмотря на различие в потреблении труда. Таким образом, продолжал бы доказывать Маркс, стоимость не может быть определена только затратами труда, но должным образом учтённая работа природных сил должна быть принята во внимание.⁸ Чтобы произвести одно и то же количество стоимости, уменьшение в затратах труда должно быть компенсировано увеличением работы внешних источников энергии

$$-\beta \Delta L + \gamma \Delta P = 0,$$

ной деятельности как усилителей мощности человека.

⁸Фактически, Маркс утверждает противоположное; он неоднократно повторяет, что только труд является источником стоимости, но, как аргументирует Яцкевич (2005, гл. 6), для того, чтобы это утверждение было верным, под понятием 'труд' следует понимать 'общественный абстрактный труд', определяемый как собственно усилиями работающих, так и всей совокупностью машинных технологий и методов труда. С учётом эффекта замещения мерой абстрактного труда является величина $L + P$.

где введены производительности β и γ соответствующих факторов производства. Таким образом, одновременно с работой человека, работа природных сил появляется как важный фактор производства. Легко видеть, что величина β/γ определяет работу внешних источников, которая необходима для того, чтобы заменить единицу усилий человека для получения эквивалентного эффекта, то есть равных произведённых стоимостей. Поскольку работа внешних сил, замещающих усилия человека, невозможна без дополнительного производственного оборудования, то это явление было воспринято и описано как замещение труда капиталом. Однако, чтобы описать замещение корректно, *следует говорить о замещении усилий человека работой внешних сил и ввести новый производственный фактор – истинную замещающую работу производственного оборудования P .*

В более общем случае, трудозатраты L и работа замещения P создают набор продуктов с меновой стоимостью Y , так что можно написать, предполагая, что производственная система сама по себе остается неизменной, соотношение между дифференциалами величин

$$dY = \beta dL + \gamma dP. \quad (1.7)$$

Коэффициенты $\beta > 0$ и $\gamma > 0$ соответствуют стоимости, произведённой единицей трудозатрат при постоянном значении замещающей работы и единицей замещающей работы производственного оборудования при постоянных трудозатратах; в соответствии с существующими терминами экономических теорий эти величины могут быть названы предельными производительностями соответствующих факторов производства. Значение и функциональная структура предельных производительностей зависит от того, как мы измеряем величины Y , L и P . В случае, когда выпуск оценивается постоянной гипотетической мерой стоимости, следует ожидать, что предельные производительности β и γ должны быть постоянными. Однако, такой единицы измерения не существует; возможность введения такой единицы обсуждается в десятой главе (раздел 10.3). При сравнениях стоимостей наборов продуктов, произведённых в различные годы, используются денежные единицы постоянной покупательной способности. Если выпуск оценивается таким денежным масштабом, предельные производительности оказываются некоторыми функциями производственных факторов.

Два фактора производства: трудозатраты и замещающая работа внешних источников энергии взаимозаменяемы и, в этом смысле, являются эквивалентными, так что труд остается, в конечном счете, говоря словами Адама Смита, 'единственно универсальной, так же как единственной точной мерой стоимости, или единственным стандартом,

по которому мы можем сравнить стоимости различных товаров во все времена и во всех местах⁷.

Обсуждаемый механизм замещения дополняет теорию трудовой стоимости Маркса. Действительно, при замещении рабочей силы силами природы, то есть при замещении усилий людей работой сторонних сил природы посредством производственного оборудования, труд функционирует в комплексе как труд плюс работа оборудования. При этом работа машин может цениться лишь постольку, поскольку машины, замещая усилия людей, делают то, что желает человек, и потому мерой стоимости, конечно, является только живой труд. Можно также сказать в соответствии с Марксом, что только живой труд создает стоимость. Возможно, Маркс, доведи он свою теорию замещения до логического конца, мог бы сказать, что труд и замещающая работа, которая умножает труд, совместно создают стоимость. Можно также сказать, что единственной универсальной и точной мерой стоимости является оценка усилий работающих и других агентов, используемых для производства.

1.3.5 Формулировка обобщенного закона стоимости

Закон производства стоимости, который будет рассматриваться в монографии, можно рассматривать как специальный случай обсуждаемого в разделе 1.3.2 неоклассического описания (формула 1.5), когда услуга капитала определяется как замещающая работа $K' = P$ и рассматривается как независимый производственный фактор, наряду с традиционными факторами производства: основным капиталом K и трудозатратами L . Производство стоимости Y рассматривается как функция трех факторов производства

$$Y = Y(K, L, P)$$

В простейшем приближении производственная система может быть представлена как *основной капитал* (собрание производственного оборудования, измеренного его стоимостью K), приобретающий способность действовать посредством *труда и услуг капитала*, то есть посредством усилий человека L и работы машин, использующих природные источники энергии (ветер, вода, уголь...) P . По определению производственных факторов, основной капитал K и определенная комбинация услуг L и P являются дополнениями друг к другу, в то время как услуги капитала (замещающая работа) P и трудозатраты L действуют как заместители друг друга. Свойства факторов производства

позволяют определить (см. детали в главе 6), производственную функцию для выпуска Y в виде двух альтернативных линий

$$Y = \begin{cases} \xi K \\ Y_0 \frac{L}{L_0} \left(\frac{L_0 P}{L P_0} \right)^\alpha \end{cases} \quad (1.8)$$

Два взаимодополняющих описания производства стоимости имеют своих предшественников: первая строка в записанной выше формуле напоминает нам о подходе Хорда (Harrod, 1939, 1948) и Домара (Domar, 1946, 1947), в то время как функция во второй строке совпадает с производственной функцией Кобба-Дугласа (1.4), в которой замещающая работа P стоит вместо основного капитала K . Производительность основного капитала ξ является внутренней характеристикой производственной системы и 'суммой' предельных производительностей трудозатрат и замещающей работы, так что фондоотдача определяет, в конечном счете, эффективность 'преобразования' приложенной работы в стоимость.⁹

Введение замещающей работы как производственного фактора решает проблему 'эндогенизации' технического прогресса (Pokrovskii, 2014). Действительно, сравнение уравнения (1.6) со второй линией уравнения (1.8) позволяет нам определить множитель, введенный для описания влияния технического прогресса, как функцию зависящего от времени отношения производственных факторов P/K

$$A(t) = \left(\frac{K_0 P}{K P_0} \right)^\alpha, \quad 0 < \alpha < 1. \quad (1.9)$$

Для простоты мы предполагаем здесь, что индексы в уравнениях (1.6) и (1.8) совпадают. В других случаях, ситуация может быть более сложной, но само отношение P/K , независимо от предположений сделанных в неоклассической теории, может рассматриваться как мера технического прогресса. Безразмерное отношение замещающей работы к

⁹Мы сосредоточили наше внимание на процессах замещения живого труда работой машин при содействии сил природы, но существуют также процессы замещения другого рода, на которые следует обратить внимание. Человек, вооруженный более совершенным инструментом и используя более подходящий материал, может произвести большее количество изделий при тех же затратах труда. Например, если работник вооружается железным острым топором вместо тупого каменного, то, при затрате эквивалентных усилий, ему удаётся нарубить больше дров в единицу времени. При такого рода замещениях эффективность процесса замещения усилий работающих работой машин возрастает, что описывается увеличением индекса α в соотношении (1.8).

оценке трудовых усилий P/L определяет число 'механических работников', приходящихся на одного 'живого работника', и потому может быть удобной характеристикой технологического прогресса.

Теория может рассматриваться как обобщение и расширение традиционного неоклассического подхода (формула 1.3), в то время как роли факторов производства пересмотрены. В традиционной, неоклассической теории капитал, как переменная, играл две различные роли: основной капитал, как стоимость наличного оборудования производства, и услуга капитала как замещение труда (Robinson, 1953-1954). Мы рассматриваем услугу капитала как независимый фактор производства, в то время как основной капитал является средством привлечения труда и энергетических носителей к производству. Усилия человека и замещающая работа внешних источников энергии являются при этом истинными и единственными источниками стоимости.

1.4 Универсальная роль энергии в производстве

Все подходы к включению энергии в теорию производства стоимости объединяются под названием *энергетическая теория стоимости*, которая имеет длительную историю (Soddy, 1924; Scott et al, 1933), но, однако, не имеет точной и законченной формулировки. Рассматривая развитие энергетической теории стоимости, Mirovski (1989, p.816) заключил, что '... энергетическая теория стоимости никогда не была развита ни одной из групп с какой либо серьезностью ...'¹⁰ Несмотря на дальнейшие аргументы и исследования, выполненное в более поздние годы (Odum, 1996; Sciubba, 2001; Valero, 1998), до сих пор нет единых правил, согласно которым, можно было бы вычислить 'энергетическое содержание' денежной единицы и проверить гипотезу. В разделе 11.3 демонстрируется вычисление 'энергетического содержания' денежной единицы на основе закона замещения.

Взаимоотношение между экономическим ростом и потреблением энергии¹¹ является одним из наиболее драматических вопросов в эко-

¹⁰Mirovski (1989, p.816): '... the energy theory of value was never developed with any seriousness or concerted effort by any of the groups...'

¹¹Сложилась традиция говорить о потреблении энергии, тем не менее, 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 тепловую энергию и

номической теории: спектр мнений относительно соотношения потреблённой энергии с произведённой стоимостью очень широк. Большинство экономистов верят в производительную силу капитала и справедливо считают энергоносители обычными промежуточными продуктами, которые вносят вклад в стоимость произведенных предметов, добавляем своих стоимостей к цене произведённого продукта. Наряду с этим, в литературе можно найти много слов и аргументов в пользу универсальной роли энергии в экономических процессах (см., например, Cotrell, 1955; Kümmel, 1982; Maisseu and Voss, 1995; Beaudreau, 1998, 2005; Hall et al, 2001; Ayres, 2008). Исследователи приводят доводы в пользу того, что энергия должна рассматриваться как создающий стоимость производственный фактор и должна быть включена в список производственных факторов наряду с другими факторами. Более того, многие исследователи являются горячими сторонниками крайней точки зрения: энергию нужно рассматривать как единственный источник и меру стоимости (Costanza, 1980; Cleveland et al, 1984), и само понятие стоимости должно быть сведено к понятию энергии.

Конечно, первичные энергоносители (удобно говорить о первичной энергии¹²), участвующие в процессе производства ничем не отличаются от других промежуточных продуктов. Во всех случаях, стоимость энергоносителей включена в стоимость конечных продуктов. Но в некоторых случаях, кроме того, что энергоносители являются промежуточными продуктами, энергия внешних источников используется, чтобы заместить труд в технологических процессах. Часть потребляемых энергоносителей используется для совершения работы — удобно иметь специальное название для этого: *замещающая работа* или *производительная энергия*, которую следует рассматривать как создающий стоимость фактор, который должен быть введен в список производственных факторов наравне с другими факторами.¹³ Заме-

так далее. Мерой возможного преобразования энергии (работы) является экзергия (exergy).

¹²Первичная энергия является названием количества первичных носителей энергии (нефть, уголь, проточная вода, ветер и так далее), измеренных в энергетических единицах. Удобно измерять огромные величины энергии в специальных единицах — *quad* ($1 \text{ quad} = 10^{15}$ Британских тепловых единиц $\approx 10^{18} \text{ joules}$), которые обычно используется американским Министерством энергетики.

¹³Ранее, до 2000 года было осознано, что суммарное потребление энергии (или экзергии) в народном хозяйстве не может быть надлежащим фактором производства и в моей книге (Petrovskii, 1999, стр. 62-63), я обращаюсь к фактору производства, названному конечной работой (*final work*), который, по определению, является первичной энергией, умноженной на коэффициент эффективности использования энергоносителей. Определение полностью эквивалентно определению *полезная работа* (*useful work*), используемый Айресом (Ayres, 2008). Темп роста

щающая работа должна быть интерпретирована как истинная работа, совершаемая производственным оборудованием с помощью внешних источников энергии вместо усилий работающих. Замещающая работа приобретает все особенности создающей стоимость производственного фактора, включая свойство производить прибавочную стоимость. Эту величину можно также рассматривать как услугу капитала.

Введение третьего производственного фактора – замещающей работы или производительной энергии, позволяет описать роль энергии в производстве стоимости, с одной стороны, и избавиться от противоречий традиционной неоклассической теории, с другой стороны.¹⁴ Я думаю, что монография предлагает некоторое согласование контрастирующих точек зрения на роль энергии в производстве стоимости.

1.5 Организация монографии

В монографии представлена общая теория производства с технологической точки зрения, причём использованы как общепотребительные термины и понятия классической политической экономики и неоклассической экономики, так и общеизвестные физические принципы и методы. Некоторые принципы и понятия современной экономики, иллюстрированные историческими (1900-2000) данными для американской экономики, описаны в главах 2 и 3, чтобы ввести научно-грамотного читателя, который не изучал экономику, в язык и проблематику экономической теории и облегчить ему, в конечном счете,

конечной работы отличается от темпа роста *первичной энергии* на темп роста эффективности использования первичной энергии, который для США равен 1,5 %. Позже я пришел к заключению (Petrovskii, 2003), что замещающая работа (not final or useful work) должна быть использована как производственный фактор.

¹⁴Введение энергии в теорию также может быть оправдано с термодинамической точки зрения. В терминах современной термодинамики (Prigogine, 1980) все искусственные вещи, также как все биологические организмы и естественные структуры, следует рассматривать как отклонения от равновесия в нашей окружающей среде, которую можно рассматривать как термодинамическую систему. Процесс производства полезных вещей является процессом создания далеких-от-равновесия объектов (диссипативные структуры) как объясняет Пригожин с сотрудниками (Nicolis and Prigogine, 1977; Prigogine, 1980, см. также главу 10). Чтобы создавать и поддерживать эти структуры в нашей окружающей среде как в любой термодинамической системе, необходимы потоки вещества и энергии (Prigogine, 1980; Morowitz, 1968). В нашем случае, энергия поступает в производственную систему в виде усилий людей и работы внешних источников, которые используются посредством соответствующего оборудования. Система общественного производства является механизмом, который вовлекает огромное количество энергии, чтобы преобразовывать 'дикую' материю в полезные вещи. Производство полезных вещей может быть связано с установлением порядка (сложности) в окружающей среде.

освоение содержания книги. Последующие главы содержат систематическое изложение теории производства, что является основной темой этой книги.

Суть самой формальной теории описана в главах 5 и 6.¹⁵ В односекторном приближении список факторов производства содержит два производственных фактора традиционной неоклассической теории: основной капитал K и трудозатраты L и новый производственный фактор: замещающая работа P . Основное производственное оборудование является средством привлечения труда и замещающей работы к производству, в то время как человеческие усилия и работу внешних энергетических источников следует рассматривать как истинные источники стоимости. Третий фактор производства P , представляющий истинную замещающую работу или производительную энергию, позволяет включить в рассмотрение технологические изменения и последовательно объяснить явления экономического роста, что и будет рассматриваться в монографии.

Чтобы замкнуть теорию, необходимы также уравнения для динамики производственных факторов, которые позволяют исследовать траектории развития. Уравнения для темпа роста капитала K , трудозатрат L и замещающей работы P сформулированы в главе 5, где также введены технологические характеристики основного капитала, а именно, трудо- и энергопотребования, λ и ε , как величины трудозатрат и замещающей работы, необходимой для введения в действие единицы (по стоимости) оборудования производства. Комбинация технологических характеристик образует индекс α в записанной выше формуле (1.8) для производства стоимости, таким образом, соединяя индекс с особенностями используемой технологии. Индекс α оказывается технологическим индексом, который может также быть интерпретирован как доля услуг капитала в суммарных расходах на обслуживание факторов производства.

Главы 4 и 9 содержат обобщение теории для многоотраслевых систем. В основу изложения положена известная *линейная балансовая модель* (*input-output model*), описанная в главе 4. Модель представляет систему производства как набор взаимодействующих отраслей, каждая из которых создает свой собственный определенный продукт. В обсуждаемой работе применимость описанной модели к динамиче-

¹⁵ Принципы теории обсуждались ранее в монографии автора (Pokrovskii, 1999), хотя некоторые вопросы не были изложены достаточно ясно. В частности, понятие замещающей работы не было определено, и важный вклад в производство стоимости от технологических и структурных изменений был ошибочно опущен. Корректная версия теории дана в статье автора (Pokrovskii, 2003).

ским ситуациям (глава 9) расширена, поскольку приняты во внимание возможная ограниченность производственных факторов и изменение производственной системы непосредственно, то есть, структурные и технологические изменения. Фактически, в этих главах сформулирована феноменологическая версия эволюционной теории системы производства.

В главах 6 и 8 способность теории описывать реальную ситуацию иллюстрирована на примере исторических (1900-2000) статистических данных для американской экономики и более современных (1960-2016) данных для российского народного хозяйства. Для идентификации рассмотренной модели использованы эмпирические временные ряды для выпуска продукции Y , основного капитала K и трудозатрат L . Метод выделения замещающей работы P из суммарного первичного потребления энергии, так же как метод вычисления технологического индекса α , оказывается органической частью теории. Кроме того, зная временные ряды для инвестиций, можно оценить технологические характеристики системы производства. Сравнение показывает соответствие теории эмпирическим фактам: предложенное описание может объяснить факты экономического роста, особенно, главный факт недавнего развития, то, что увеличение выпуска продукции опередило прирост населения за последние 200 лет начиная со времени промышленной революции. Теория имеет средства, чтобы описать разницу в росте производительности для различных стран. В пределах эмпирической точности, согласованность теории и эмпирики прекрасна, так что возникает чувство, что замещающая работа или, другими словами, услуги капитала является единственным недостающим производственным фактором в традиционной неоклассической теории с двумя факторами экономического роста, и нет необходимости вводить какие-либо другие производственные факторы, кроме капитала, трудозатрат и замещающей работы. Возможно, замещающая работа – это и есть тот самый производственный фактор, который ищут приверженцы современной эндогенной теории экономического роста.

Две последующие главы, 10 и 11, представляют попытку понять и интерпретировать самое понятие 'стоимости', которое является уникальным специфическим понятием экономической теории и используется в этой науке так часто, как понятие 'энергия' и 'энтропия' в физике. Анализ соотношения между термодинамическими понятиями и экономическими понятиями стоимости и полезности демонстрирует, что стоимость является близким родственником энтропии. Согласование этих двух точек зрения на явление производства приводит к объединенной картине, которая позволяет нам свести некоторые аспекты

наших наблюдений экономических явлений к физическим принципам.

В главе 12 рассматривается описание реконструкции глобальной экономики с начала нашей эры, как пример приложения излагаемой в монографии теории. Глава представляет общее описание влияния технологического прогресса на развитие человечества. Рассматривается также рост численности популяции человека на Земле, как связанный с ростом производства и благосостояния. Обсуждается будущее популяции человека на Земле.

И, наконец, заключительная 13 глава содержит обсуждение принципов организации общественного производства. Особенное внимание уделено правилам распределения общественного продукта, которые, в конце концов, определяют общественные отношения и структуру общества. Как следствие развитых в монографии представлений об источниках производства стоимости, предложены справедливые правила формирования общественного фонда – правила, применение которых стимулируют повышение эффективности использования общественных ресурсов.

Заключая описание, отметим, что монография исследует одну из главных проблем – что заставляет экономики расти – и пересматривает теорию производства с новой точки зрения. Монография содержит количественное описание производства как социального механизма, встроенного в окружающую среду. Этот подход позволяет включить особенности технологии в описание и сформулировать феноменологическую (макрэкономическую, колебания цен не принимаются во внимание) теорию производства как систему эволюционных уравнений в односекторном и многосекторном приближениях.

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>
- Маркс К. (1867/1960) Капитал. Критика политической экономии. Том первый. В: Карл Маркс и Фридрих Энгельс, Сочинения, издание второе, том 23. Государственное Издательство Политической Литературы, Москва. Первое издание: Marx K Das Kapital. Kritik der politischen Oekonomie, Otto Meissner, Hamburg, 1867. Режим доступа: <http://marxists.anu.edu.au/archive/marx/works/cw/index.htm>. Accessed 17 March 2011
- Капица П.Л. (1956) Научная деятельность Вениамина Франклина. Успе-

- хи физических наук, 58 (2), 169 или в: Эксперимент, теория, практика. Статьи и выступления, Издательство Наука Главная редакция физико-математической литературы, Москва 1974, стр. 184 - 198
- Власов В.Н. (2008) Основы новой энергоинформационной экономики. Режим доступа: <http://vitanar.narod.ru/economik/osnovi.htm> 31 ноября 2016
- Яцкевич В.В. (2005) Рефлексия марксизма. Киев. Режим доступа: <http://philprob.narod.ru/philosophy/philosophy.html> 31 ноября 2016
- Aghion P. and Howitt P. (2009) *The Economics of Growth*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Aristotle (about 350 B.C.E) *Nicomachean Ethics*. <http://classics.mit.edu/Aristotle/nicomachaen.5.v.html>. Accessed 17 March 2011
- Ayres R.U. (2008) Sustainability economics: Where do we stand? *Ecological Economics* 67: 281 - 310.
- Böhm-Bawerk E. von (1896) *Zum Abschluss des Marxschen Systems*. Berlin/1896 Eugen Böhm-Bawerk, (1896) *Karl Marx and the Close of His System* 1896 Перевод: Бём-Баверк Ойген, Критика теории Маркса. - Челябинск.: Социум, 2002.
- Beaudreau B.C. (1998) *Energy and Organization: Growth and Distribution Reexamined*. Greenwood Press.
- Beaudreau B.C. (2005) *Energy Rent. A Scientific Theory of Income Distribution*. Lincoln, New York; iUniverse, Shanghai.
- Berndt E.R. and Wood D.O. (1979) Engineering and econometric interpretations of energy – capital complementarity. *American Economic Review* 69: 342-354.
- Blaug M. (1997) *Economic Theory in Retrospect*, 5th Ed. Cambridge University Press, Cambridge *etc.*
- Brown M. (1966) *On the Theory and Measurement of Technological Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Cardwell D.S.L. (1972) *Turning Points in Western Technology*. Neale Watson, Science History Publications, New York
- Cleveland C.J., Costanza R., Hall C.A.S. and Kaufmann R. (1984) Energy and the U.S. economy: A biophysical perspective. *Science* 225: 890-897.

- Cobb G.W. and Douglas P.N. (1928) A theory of production. *American Economic Review*, Suppl. 18(1): 139-165.
- Costanza R. (1980) Embodied energy and economic valuation. *Science* 210: 1219-1224.
- Cottrell W.F. (1955) *Energy and society: The relation between energy, social change and economic development*. McGraw Hill, New York.
- Domar E.D. (1946) Capital expansion, rate of growth and employment. *Econometrica* 14: 137-147.
- Domar E.D. (1947) Expansion and employment. *American Economic Review* 37: 343-355.
- Durlauf S. and Quah D. (1999) The new empirics of economic growth. In: J. Taylor J, Woodford M (eds) *Handbook of Macroeconomics*. North Holland, Amsterdam.
- Ferguson C.E. (1969) *The Neo-Classical Theory of Production and Distribution*. Cambridge University Press, Cambridge
- Franklin B. (1729) *A Modest Enquiry into the Nature and Necessity of a Paper-Currency*. Philadelphia. Electronic Text Center, University of Virginia Library. <http://etext.lib.virginia.edu/modeng/modengB.browse.html>. Accessed 17 March 2011
- Griliches Z. (1979) Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *Bell Journal of Economics* 10: 92-116.
- Griliches Z. (1988) Productivity puzzles and R & D: Another nonexplanation. *Journal of Economics Perspectives* 2: 9-21.
- Hall C., Lindenberger D., Kümmel R., Kroeger T. and Eichhorn W. (2001) The need to reintegrate the natural sciences with economics. *Bioscience* 51: 663 - 673.
- Harrod R.F. (1939) An essay in dynamic theory. *Economic Journal* 49: 14-23
- Harrod R.F. (1948) *Towards a Dynamic Economics*. Macmillan, London.
- Hudson E.A. and Jorgenson D.W. (1974) U.S. Energy policy and economic growth, 1975-2000. *Bell Journal of Economics and Management Science* 5: 461-514.
- Jorgenson D.W. and Griliches Z. (1967) The explanation of productivity change. *Review of Economic Studies* 34: 249 - 283.

- Jorgenson D.W. and Stiroh K. (2000). Raising the speed limit: U.S. economic growth in the information age. *Brookings Papers on Economic Activity* 1: 125-211.
- Kümmel R. (1982) The impact of energy on industrial growth. *Energy* 7: 189-203.
- Kümmel R., Strassl A., Goesner A. and Eichhorn W. (1985) Technical progress and energy dependent production functions. *Zeitschrift für Nationaleökonomie* 45(3): 285-311.
- Lucas R.E. (1988) On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics* 22: 3-42.
- Maïsseu A. and Voss A. (1995) Energy, entropy and sustainable development. *International Journal of Global Energy Issues* 8: 201-220.
- Marshall A. (1920) *Principle of Economics*, 8th Edn. Macmillan, London
- Mirowski P. (1988) Energy and energetics in economic theory: A review essay. *Journal of Economic Issues* 22: 811-830.
- Morowitz H.J. (1968) *Energy Flow in Biology: Biological Organisation as a Problem in Thermal Physics*. Academic Press, New York and London.
- Nicolis G. and Prigogine I. (1977) *Self-Organisation in Non-Equilibrium Systems: From Dissipative Structures to Order through Fluctuations*. John Wiley & Sons, New York.
- Odum H.T. (1996) *Environmental Accounting. Energy and Environmental Decision Making*. John Wiley & Sons, New York *etc.*
- Pokrovski V.N. (1999) *Physical Principles in the Theory of Economic Growth*. Ashgate Publishing, Aldershot.
- Pokrovski V.N. (2003) Energy in the theory of production. *Energy* 28: 769-788.
- Pokrovskii V.N. (2014) Endogenous technical progress in the theory of economic growth. Hindawi Publishing Corporation, ISRN Economics Volume 2014, Article ID 928121, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/928121>
- Prigogine I. (1980) *From Being to Becoming. Time and Complexity in the Physical Sciences*. Freeman & Company, New York.
- Ricardo D. (1817) *On The Principles of Political Economy and Taxation*.
- Robinson J. (1953 - 1954) The production function and the theory of capital. *The Review of Economic Studies* 21(2): 81-106

- 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. and Nordhaus W. (1989) *Economics*, thirteenth edition. McGraw-Hill Book Company, New York et cetera
- Scott H. (1933) *Introduction to Technocracy*, The John Day Company, New York, NY.
- Sciubba E. (2001) On the possibility of establishing a univocal and direct correlation between monetary price and physical value: The concept of extended exergy accounting. In: Ulgiati S (ed) *Advances in Energy Studies Workshop: Exploring Supplies, Constraints, and Strategies*. Porto Venere, Italy 2000. Servizi Grafici Editoriali, Padova. P. 617 - 633.
- Smith A. (1776/1976) *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, in two volumes. Clarendon Press, Oxford.
- Soddy F. (1924) *Cartesian Economics: The Bearing of Physical Sciences upon State Stewardship*. Hendersons, London.
- Solow R. (1957) Technical change and the aggregate production function. *Review of Economic Studies* 39: 312-330.
- Solow R. (1994) Perspective on growth theory. *Journal of Economic Perspectives* 8: 45-54.
- Tinbergen J. and Bos H.C. (1962) *Mathematical Models of Economic Growth*. McGraw-Hill Book Company Inc., New York - London. Перевод: Тинберген Я., Бос Х. Математические модели экономического роста. -М.: Прогресс. 1967.
- Valero A. (1998) Thermoeconomics as a conceptual basis for energy-ecological analysis. In: Ulgiati S (ed) *Advances in Energy Studies Workshop: Energy Flows in Ecology and Economy*. Porto Venere, Italy 1998. MUSIS, Rome. P. 415 - 444.
- Walras L. (1874) *Elements d'economie politique pure ou theorie de la richesse sociale*. Corbaz, Lausanne.
- Wicksteed Ph.H. (1894) *Essay on the Coordination of the Laws of Distribution*, MacMillan & Co: London.