УДК 338.001.36

СТРУКТУРИРОВАНИЕ ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА – КАК РЕЗУЛЬТАТ МЕЖСЕКТОРАЛЬНОЙ КОНКУРЕНЦИИ

Сорокин С.А.[1], Треушников Р.В.[1]

ФГАОУВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Россия, г. Нижний Новгород, e-mail: trv_ruslan@mail.ru

Переходные процессы, происходящие в современной экономике, связаны с общим процессом развития цивилизации, и являются неизбежными: рабочая сила перемещается из сфер материального производства в сферу услуг, что ведет к переквалификации рабочих мест. Авторы работы поднимают вопрос об истинных причинах такого перераспределения, и прогнозирования социальной структуры будущего. В работе интерпретирована эволюционная структура общественного производства – как результат межсекторальной конкуренции и выполнена математическая формализация данного процесса на примере экономики США. Экономическая система теоретически может иметь множество положений равновесия, однако модель не предусматривает механизм перехода от одного положения равновесия к другому, не учитываются факторы которые могут привести к подобным изменениям. Динамика распределения рабочей силы интерпретируется как результат конкуренции между секторами экономики за трудовые ресурсы.

Ключевые слова: структура общественного производства, межсекторальная конкуренция, математическое моделирование.

STRUCTURING OF SOCIAL PRODUCTION AS A RESULT OF INTERSECTORAL COMPETITION

Sorokin S.A.[1], Treushnikov R.V.[1]

Lobachevsky State University of Nighny Novgorod, Nighny Novgorod, Russia, e-mail: trv_ruslan@mail.ru

Transient processes occurring in the modern economy, related to the General development of civilization, and are unavoidable, such as labor moves from areas of material production to the service sector, leading to the reclassification of jobs. The authors of lifting s question about the true reasons for this redistribution, and predict social structures of the future. In the work of interpreted evolutionary structure of social production – as a result of intersectoral competition and mathematical formalization of this process on the example of the US economy. The economic system can theoretically have a multitude of equilibria, however, the model does not provide a mechanism for the transition from one provisions of equilibrium to another are not accounted for factors that might cause such change with the public. Distribution of the labor force is interpreted as the result of competition between sectors of the labor force.

Keywords: structure of social production, intersectoral competition, mathematical modeling.

Приблизительно 10000–9000 лет назад присваивающий тип экономической деятельности человека уступил место новому типу – производящему, который связан с условиями аграрного общества, преобладавшими в мире до XVIII века. В условиях производящей экономки произошел очередной переходный процесс – от преимущественно аграрной экономики феодализма к промышленному производству. Последующий переходный процесс, в настоящее время, видимо, еще не обрел окончательного осмысления, о чем свидетельствует разнообразие взглядов, сопровождающееся разнообразием терминологии: постиндустриальная экономика, инновационная экономика, сервисная модель общественного производства, информационная эпоха и т. д. [1].

Все эти переходные процессы для различных регионов обладали особенностями, однако, в первой половине XX века стала очевидной тенденция, претендующая на общность. Динамика современного мирового экономического развития такова, что рабочая сила перемещается из сфер материального производства в сферу услуг: происходит переквалификация рабочих мест. Все большее количество отраслей материального производства становятся все более услугооказывающими, повышение наукоемкости продукции ведет к росту стоимости услуг в цене товара. Эта тенденция порождает следующие вопросы:

- *каковы причины такого перераспределения трудовых ресурсов*,
- *что ожидает мировую экономику в будущем*,
- *каков прогноз социальной структуры будущего*.

В настоящее время известны следующие модели занятости в экономике [5]: двухсекторная модель, трехсекторная модель Фишера (1935) и Кларка (1940), пятисекторная модель Белла (1973), четырехсекторная модель Пората (1977), шестисекторная модель Зингельманна (1978), двухполюсная модель общественного производства.

Анализ многосекторных моделей, применительно к Японии, был выполнен в работе [5], применительно к США – отражен в публикациях [3] и [2]. В настоящей работе, на примере экономики США, эволюция структуры общественного производства представляется, как результат межсекторальной конкуренции.

Распределение рабочей силы по трём секторам экономики США (сельское хозяйство, производство, сфера услуг) в миллионах человек на интервале времени с 1790 года по 2000 год отражено на Рис. 1 [3].

Из наблюдений следует, что численности занятых в сельском хозяйстве и в производстве ведут себя экстремально. Максимум занятости в сельском хозяйстве был достигнут примерно в 1900 году (≈ 11.9 миллиона человек), максимум занятости в производстве достигнут примерно в 1970 году (≈ 21.15 миллиона человек). При этом наблюдается интенсивный рост числа занятых в сфере услуг.

Наблюдения означают следующее: немногочисленные вначале представители рабочей силы, занятые в сфере производства и в сфере услуг, постепенно вытесняют представителей сельского хозяйства, а в дальнейшем и трудящиеся в производстве вытесняются сферой услуг. Такое перераспределение рабочей силы можно интерпретировать как результат конкуренции между секторами экономики за трудовые ресурсы.

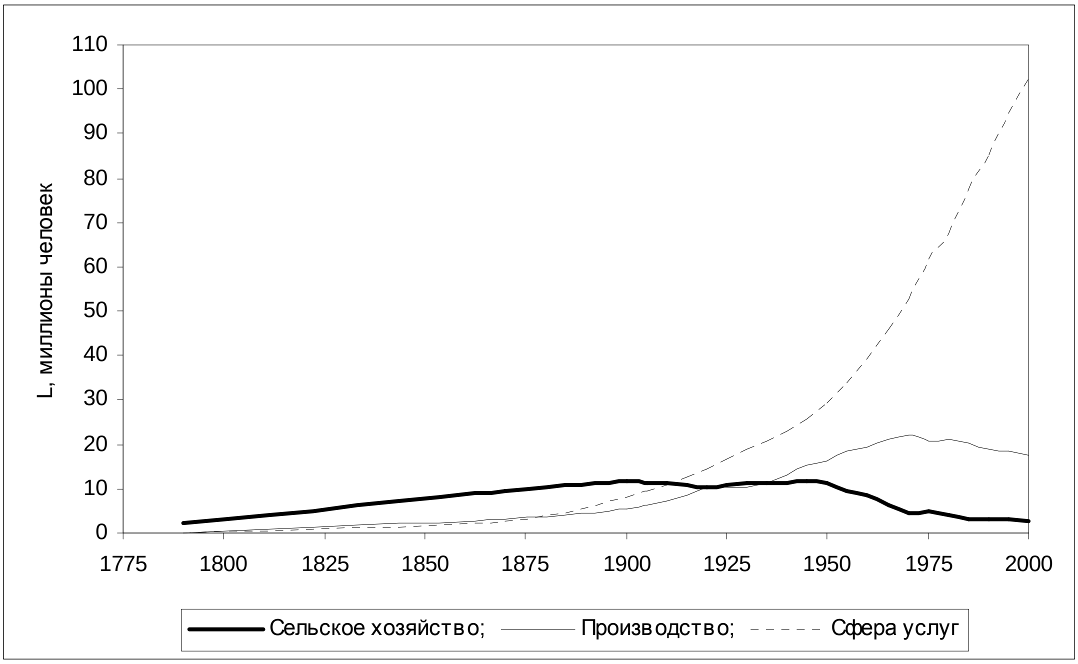

Рис. 1. Распределение рабочей силы по трём секторам экономики США в миллионах человек на интервале времени с 1790 года по 2000 год [3]

Подобный тип конкуренции может быть формализован посредством обобщения модели логистического роста Ферхюльста (1):

$$\frac{dL_i}{dt} = \varepsilon_i L_i \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{3} L_i}{k_i} \right), \tag{1}$$

$$i = 1,2,3,$$

где

L_i – численность занятых в i-ом секторе экономики, выраженная в миллионах человек,

ε_i – удельная скорость роста числа занятых в i-ом секторе экономики,

k_i – ёмкость экономики по отношению к численности занятых в i-ом секторе, выраженная в миллионах человек.

Уточним смысл ёмкости k_i. Для сельскохозяйственного сектора экономики $L_1^{\max}(1900) \approx 11.9$ миллиона человек, при этом общая численность занятых в экономике составила $\sum_{i=1}^{3} L_i(1900) \approx 25.27$ миллиона человек. Таким образом, $k_1 \approx 25.27$ – это общая численность занятых в экономике, при которой в сельском хозяйстве достигается максимум числа занятых, и эта численность занятых достигается в 1900 году. Для производственного сектора $k_2 \approx 76.48$ миллиона человек, и эта численность связана с 1970 годом, то есть с тем моментом времени, когда $L_2^{\max} \approx 21.15$ миллиона человек.

Отметим, что величины k_1, k_2 и соответствующие им времена определены визуально: «сняты» с графика (Рис. 1). Для их уточнения следует выполнить численный анализ модели (1).Величину k_3 можно было бы определить, если бы была известна долгосрочная динамика общей занятости $L(t)$. Пусть, например, $L(t)$ подчинена уравнению (2) [3]:

$$L(t) = C_{0L} - \frac{C_{1L}}{\tau_L} arctg\left(\frac{t_L^* - t}{\tau_L}\right), \qquad (2)$$

где L – общая занятость, измеряемая в миллионах человек, t_L^* – время, соответствующее максимальной скорости роста L, измеряемое в годах, τ_L – время, ограничивающее скорость роста L, измеряемое в годах,

$$C_{0L} = 116.7,\ C_{1L} = 4725.3,\ \tau_L = 54.1,\ t_L^* = 1991.$$

Тогда

$$k_3 = \lim_{t\to\infty}\left(C_{0L} - \frac{C_{1L}}{\tau_L} arctg\left(\frac{t_L^* - t}{\tau_L}\right)\right) = C_{0L} + \frac{C_{1L}}{\tau_L}\cdot\frac{\pi}{2} = 253.8. \qquad (3)$$

В этом случае сценарий эволюции структуры общественного производства (в границах трехсекторной модели) становится вполне определенным.

Результаты численного интегрирования уравнений (1) отражены в Таблице 1 и на Рис. 2.

Таблица 1

Результаты численного интегрирования уравнений (1).

ε_1	ε_2	ε_3
0.0212	0.0361	0.0446
k_1	k_2	k_3
31.25	87.53	253.8
$L_1^{\max}(1918) \approx 12.34$	$L_2^{\max}(1978) \approx 21.33$	$L_3^{\max}(\infty) \approx 253.8$

Величине k_1 соответствует $L_1^{\max}(1918) \approx 12.34$. Величине k_2 соответствует $L_2^{\max}(1978) \approx 21.33$. Самая высокая ёмкость экономики США принадлежит сфере услуг: $k_3 = 253.8$ и теоретически может быть достигнута за бесконечное время. Однако уже к 2085 году численность занятых в сельском хозяйстве не превысит порядка единицы (приблизится к нулю), а к 2245 году исчезнет занятость и в производстве (Рис. 2). Таким образом, уже в 2245 году всё экономически активное население США будет занято в сфере обслуживания.

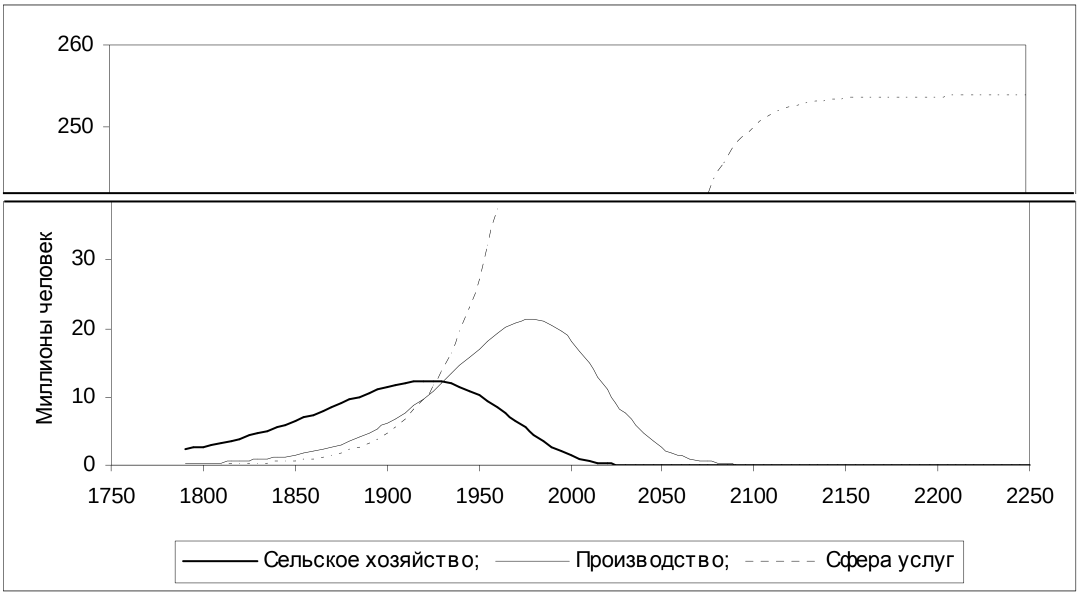

Рис. 2. Концентрация рабочей силы в секторах экономики США

Обратим внимание на следующий факт. Удельные скорости роста ε_i находятся в следующих отношениях: $\varepsilon_1 < \varepsilon_2 < \varepsilon_3$. В таких же отношениях находятся и ёмкости k_i: $k_1 < k_2 < k_3$. Оба эти условия в нашем случае увеличивают конкурентоспособность $i+1$-го сектора по отношению к i-му сектору экономики. Однако удельные скорости роста ε_i не являются определяющими в процессе конкурентных отношений, соответствующих модели (1).Решающим фактором, определяющим направление развития процесса, являются ёмкости k_i (биологи называют такую ситуацию k-отбором [4]).Тот сектор экономки, который имеет потенциально большую ёмкость, вытесняет конкурента, независимо от удельных скоростей роста. В нашем случае оба фактора оказались «на стороне» сферы услуг.

Возможен ли подобный сценарий развития экономики? Теоретически – да, если выполняются два условия:

1. Модели, положенные в основу наших рассуждений верны (в частности, уравнения (1) адекватны исследуемому процессу, и справедливо уравнение общей занятости (2), которое, в сою очередь, должно быть подчинено динамике численности населения).
2. Положение равновесия, соответствующее сценарию – устойчиво.

Первое условие предполагает адекватное описание динамики общей численности населения, обеспечивающее выполнение долгосрочного прогноза. Напомним, что формализация динамики численности населения в работах[3], [2] была проведена на ограниченном интервале времени. Экстраполирование названной динамики приводит к постепенной стабилизации численности населения. Уместно отметить, что еще в первой половине XX века демографы заметили, что население стран Западной Европы уже имело тенденцию к снижению, а современная динамика численности населения Японии, например, демонстрирует спад. Для долгосрочного прогнозирования численности населения необходимо моделировать общий прирост численности, который зависит от функций рождаемости и смертности, брачности и разводимости, мобильности населения. Подобная задача демографического анализа выходит за рамки настоящего исследования.

Основное внимание уделим проверке выполнимости второго условия: исследуем на устойчивость интересующее нас положение равновесия системы уравнений (1).

Качественный анализ уравнений (1). Систему (1) для удобства запишем в следующем виде:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{dL_1}{dt} &= \varepsilon_1 L_1 - \frac{\varepsilon_1}{k_1} L_1^2 - \frac{\varepsilon_1}{k_1} L_1 L_2 - \frac{\varepsilon_1}{k_1} L_1 L_3 \\
\frac{dL_2}{dt} &= \varepsilon_2 L_2 - \frac{\varepsilon_2}{k_2} L_2^2 - \frac{\varepsilon_2}{k_2} L_1 L_2 - \frac{\varepsilon_2}{k_2} L_2 L_3 \\
\frac{dL_3}{dt} &= \varepsilon_3 L_3 - \frac{\varepsilon_3}{k_3} L_3^2 - \frac{\varepsilon_3}{k_3} L_1 L_3 - \frac{\varepsilon_3}{k_3} L_2 L_3
\end{aligned}\right\} \tag{4}$$

В системе (4) теоретически возможно множество положений равновесия:

$$\frac{dL_i}{dt} = 0\,,\ L_i = L_{0i}\,,$$

$$\left.\begin{aligned}
0 &= \varepsilon_1 L_{01} - \frac{\varepsilon_1}{k_1} L_{01}^2 - \frac{\varepsilon_1}{k_1} L_{01} L_{02} - \frac{\varepsilon_1}{k_1} L_{01} L_{03} \\
0 &= \varepsilon_2 L_{02} - \frac{\varepsilon_2}{k_2} L_{02}^2 - \frac{\varepsilon_2}{k_2} L_{01} L_{02} - \frac{\varepsilon_2}{k_2} L_{02} L_{03} \\
0 &= \varepsilon_3 L_{03} - \frac{\varepsilon_3}{k_3} L_{03}^2 - \frac{\varepsilon_3}{k_3} L_{01} L_{03} - \frac{\varepsilon_3}{k_3} L_{02} L_{03}
\end{aligned}\right\} \tag{5}$$

Нас интересует сценарий, отражённый на Рис. 2, то есть положение равновесия, при котором:

$$L_{01} = L_{02} = 0\,,\ L_{03} = k_3 \tag{6}$$

Нелинейные функции, стоящие в правых частях (4) разложим в ряд Тейлора с точностью до слагаемых первого порядка и запишем с учётом отклонений x_i от положения равновесия:

$$L_1 = L_{01} + x_1 = x_1\,,\ L_2 = L_{02} + x_2 = x_2\,,\ L_3 = L_{03} + x_3 = k_3 + x_3$$

Линеаризованные функции примут вид:

$$L_1^2 = 0\,,\ L_2^2 = 0\,,\ L_3^2 = k_3^2 + 2k_3 x_3\,, L_1 L_2 = 0\,,\ L_1 L_3 = k_3 x_1\,,\ L_2 L_3 = k_3 x_2$$

Система в отклонениях:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{dx_1}{dt} &= \varepsilon_1\left(1-\frac{k_3}{k_1}\right)x_1 \\
\frac{dx_2}{dt} &= \varepsilon_2\left(1-\frac{k_3}{k_2}\right)x_2 \\
\frac{dx_3}{dt} &= -\varepsilon_3\left(x_1+x_2+x_3\right)
\end{aligned}\right\} \tag{7}$$

Используя вид решения

$$x_i = A_i \exp(\lambda t),$$

переходим от системы (7) к однородной системе линейных алгебраических уравнений:

$$\left.\begin{array}{ccccccc}
\left(\lambda-\varepsilon_1\left(1-\frac{k_3}{k_1}\right)\right)A_1 & & & & & = & 0 \\
 & & \left(\lambda-\varepsilon_2\left(1-\frac{k_3}{k_2}\right)\right)A_2 & & & = & 0 \\
\varepsilon_3 A_1 & + & \varepsilon_3 A_2 & + & (\lambda+\varepsilon_3)A_3 & = & 0
\end{array}\right\} \tag{8}$$

Характеристические числа λ определим из условия:

$$\det A = \begin{vmatrix}
\lambda-\varepsilon_1\left(1-\frac{k_3}{k_1}\right) & 0 & 0 \\
0 & \lambda-\varepsilon_2\left(1-\frac{k_3}{k_2}\right) & 0 \\
\varepsilon_3 & \varepsilon_3 & \lambda+\varepsilon_3
\end{vmatrix} = 0 \tag{7}$$

Раскрывая определитель (7), а также используя полученные ранее величины коэффициентов ε_i и k_i, находим:

$$\lambda_1 = -0.1512, \lambda_2 = -0.0686, \lambda_3 = -0.0446$$

Поскольку все $\lambda_i < 0$, то положение равновесия (5) – асимптотически устойчиво.

Вывод, который следует из качественного анализа модели (1), позволяет полагать *теоретическую возможность* сценария развития экономики, который отражён на Рис. 2.

Заключение. Ранее было отмечено, что в системе (1) теоретически возможно множество положений равновесия, однако модель не предусматривает механизма перехода от одного положения равновесия к другому. Не рассматриваются факторы, которые могут привести к подобным изменениям. Таким образом, долгосрочный прогноз распределения занятости по секторам экономики (на основании рассмотренной модели) выполнять не следует. Тем не менее, результаты моделирования не противоречат данным официальной статистики современности. В США сфера услуг является важнейшим источником роста ВВП и главным объектом для трудоустройства населения, и, в соответствии с модельным представлением, будет являться таковой хотя бы в ближайшей перспективе.

Список литературы

1. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура. – М.: ГУ ВШЭ, 2000.
2. Портнова Н. А., Сорокин С. А.Эволюция структуры общественного производства США. // Austrian Journal of Humanities and Social Sciences. – 2015. – № 3 – 4. – С. 18 – 24.
3. Портнова Н.А., Сорокин С.А. Демографический фактор экономики США. // Austrian Journal of Humanities and Social Sciences. – 2014. – № 11 – 12. – С. 246 – 251.
4. Терёхин А.Т. Модели конкуренции: динамика численности и эволюция фенотипа. М.: МГУ. – 2002.
5. Sorokin S. A. Demographic factor of economic development in Japan // Proceedings of the 1st International conference on development of sociology and demography in Eurasia. «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. Vienna. 2014. P. 112-125.

Рецензенты:

Соболев В.Ю., д.э.н., профессор, зав. кафедрой «Экономики предпринимательской деятельности» ИЭП ННГУ им. Н.И. Лобачевского, г.Нижний Новгород;

Чкалова О.В., д.э.н., профессор, зав. кафедрой «Торгового дела» ИЭП ННГУ им. Н.И. Лобачевского, г.Нижний Новгород.