

# «ОПЕРЕЖАЮЩЕЕ» РАЗВИТИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ — СТИМУЛ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА?<sup>1</sup>

В.Е. Попов, к.э.н.  
ИЭИ ДВО РАН, ст.н.с.

## 1. Развитие инфраструктуры в контексте проблемы экономического роста

После исчерпания резервов восстановительного роста российской экономики проблема поиска факторов её роста, способных обеспечить не только сохранение динамики роста, но и его ускорение, приобрела особую остроту (в том числе и для государственных органов ответственных за формирование экономической политики). Выход, подкупающий своей видимой простотой и очевидностью, был довольно быстро найден и получил отражение в соответствующих документах<sup>2</sup> — технологическая модернизация и развитие инфраструктуры<sup>3</sup> (т.н. «снятие инфраструктурных ограничений», «опережающее развитие инфраструктуры»), причем для восточной части территории России, судя по частоте упоминания, приоритет отдан второму фактору.

Не вступая в дискуссию по поводу эффективности стимулирования экономического роста посредством расширения государственного участия в инновационном процессе, остановимся в данной статье на проблеме развития инфраструктуры. Ничего плохого в самом по себе развитии инфраструктуры нет. Можно даже привести интуитивно понятные доводы в пользу её развития. Во-первых, развитие инфраструктуры снижает издержки для существующего бизнеса и создает основу для создания объектов нового бизнеса, облегчает доступ к ресурсам и рынкам, что особенно актуально для слабо освоенных восточных территорий России. Во-вторых, развитие инфраструктуры предполагает масштабные инвестиции, следствием которых являются определенные мультипликативные эффекты, которые для депрессивных и отсталых регионов могут иметь весьма высокое значение уже сами по себе.

Очевидность позитивных эффектов и кажущаяся простота решения создает иллюзию возможности получения однозначно позитивного результата путем расширения участия государства в развитии инфраструктуры. Даже в странах с развитой рыночной экономикой государство традиционно является основным «спонсором» развития

---

<sup>1</sup> Исследование выполняется при финансовой поддержке РГНФ, проект № 08-02-00163а «Моделирование регионального экономического роста с позиции оптимального распределения капитала между секторами экономики».

<sup>2</sup> См. например «Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации». Проект размещен на сайте МЭРТ-  
<http://www.economy.gov.ru/wps/wcm/myconnect/economylib/mert/welcome/pressservice/eventschronicle/doc1205746881772>; [3]

<sup>3</sup> Речь, прежде всего, идет о производственной инфраструктуре, т.е. о коммуникациях (транспорт, связь, коммунальное хозяйство).

инфраструктуры. Для России, с её огромной территориальной протяженностью (9 часовых поясов) решить проблему «насыщения» территории инфраструктурой без участия государства видимо невозможно. Тем более, что для этого сложилась, как никогда за последнее время, благоприятная ситуация — профицитный государственный бюджет и растущий стабилизационный фонд.

Однако необходимо понимать, что помимо очевидных позитивных эффектов, развитие инфраструктуры сопряжено и со столь же очевидными издержками. Во-первых, инвестиции в инфраструктуру (как впрочем, и все инвестиции) означают отвлечение части дохода от конечного потребления и, в частности, сокращение государственных расходов на социальные нужды. Во-вторых, инвестиции, использованные на развитие инфраструктуры, не могут быть использованы для наращивания или модернизации производственных мощностей и, следовательно, чем больше доля инвестиций в инфраструктуру, тем меньшая доля инвестиций направляется в производство, что снижает темпы роста производства товарно-материальных благ. Это в свою очередь означает, что созданная с опережением инфраструктура не будет полностью востребована. То есть опережающее развитие инфраструктуры затормаживает развитие производства. Следовательно, во избежание негативных эффектов, связанных с чрезмерным развитием инфраструктуры необходимо определить некое оптимальное соотношение между масштабом производства и масштабом инфраструктуры, обеспечивающее максимально возможные темпы экономического роста при полном использовании производственного и инфраструктурного потенциала.

Инфраструктура как объект исследования находится в поле зрения уже довольно давно и ей посвящено множество работ как отечественных, так и зарубежных ученых. Последний всплеск интереса к этой проблематике был связан с изучением инфраструктуры в контексте более широкой проблемы экономического роста. Начало таким исследованиям было положено широко известными работами Дэвида Алана Ашера, посвященными эмпирическому анализу факторов экономического роста (точнее спада) в экономике США в 70-х годах 20 века [4;5]. Не рассматривая модель экономического роста в целом, Д.Ашер ограничился рассмотрением только процесса производства благ. Он предположил, что параметр технического прогресса (совокупная факторная производительность) в стандартной производственной функции Кобба-Дугласа с постоянным эффектом масштаба является функцией от отношения величины «общественного капитала»<sup>4</sup> к величине частного

---

<sup>4</sup> Понятия «общественный капитал» и «инфраструктурный капитал» у Д.Ашера тождественны. В его исследовании величина «общественного капитала» аппроксимирована величиной капитала овеществленного в дорожной сети, что обусловлено ограниченностью информационной базы. При этом им признается, что реально это понятие гораздо шире.

капитала. В результате эмпирического анализа им было показано, что включение в анализ «общественного капитала» существенно улучшает оценки параметров производственной функции. На основе чего делается вывод о положительном влиянии расширения инфраструктуры на экономический рост. Эта работа Д.Ашера дала импульс серии теоретических и эмпирических исследований данной проблематики. Оценивалось влияние инфраструктуры на производительность [8]. Рассматривалось влияние «общественных инвестиций» на общий экономический рост [9]. Оценивались влияние инфраструктуры на издержки производства [10].

Более широкий взгляд на проблему представлен в работах Роберта Барро [6;7]. В концепции Р. Барро убывающая предельная производительность труда и капитала компенсируется включением в производственную функцию не «общественного/инфраструктурного» капитала а «общественных» благ<sup>5</sup>. В качестве «общественных» благ им рассматриваются доля всего объема производимых в экономике благ («частные» блага), закупаемая государством и свободно распространяется среди частных производителей. При этом в модели Р. Барро полагается, что «общественные» блага являются неконкурентными, неделимыми и неисключаемыми при потреблении. Поскольку «общественные» блага доступны всем фирмам в равной степени, их производительность возрастает также равномерно.

Однако модель Р.Барро содержит некоторые существенные противоречия. Если следовать логике, заложенной в этой модели, вводимые в неё в качестве дополнительного фактора «общественные блага» должны быть полностью идентичны всем «частным благам», производимым в экономике, поскольку «общественные» блага не создаются в результате соответствующего производственного процесса, а являются результатом перераспределения благ, созданных в секторе фирм – «частных благ». Следовательно «общественные блага» можно разложить на исходные составляющие – труд и капитал, идентичные используемым при производстве всех «частных благ». Поскольку капитал, связанный с производством «общественных» и «частных» благ, не имеют различий между собой и также не имеют различий между собой труд, затрачиваемый для производства «общественных» и «частных» благ, их влияние на динамику выпуска также не должны различаться. Кроме того, очевидно, что «общественные блага» как таковые могут возникнуть только как результат соответствующего специфического производственного

---

<sup>5</sup> Под «общественными благами» в концепции Р. Барро подразумеваются доступ к объектам транспортной инфраструктуры, инженерным коммуникациям, а также обеспечение общественной безопасности и пр.[7], т.е. те блага за потребление которых фирмы платят не на прямую их производителям, а посредством налогов через государственный бюджет.

процесса<sup>6</sup>, связанного с затратами труда и «общественного/инфраструктурного капитала», но не в процессе простого перераспределения единственного вида благ, производимого в экономике. Поэтому допущение о всеобщей доступности, неделимости и неисключаемости при потреблении благ, закупаемых государством, невыполнимо без дополнительного их преобразования в новый вид благ, но этого процесс в явном виде в модель не включен. Так же в модели остаются без рассмотрения блага идентичные «общественным» по способу производства (также инфраструктурные), но отличающиеся от них способом потребления и оплаты – являющиеся коммерческими. При этом включение в модель «общественных» благ, являющихся по своей природе по большей части «инфраструктурными», входит в противоречие с исходным допущением всех моделей экономического роста неоклассического типа об отсутствии у экономики внутреннего пространства. Если есть «инфраструктурные общественные» блага, следовательно, есть и пространство, которое необходимо как-то учитывать. По существу модель Р.Барро обосновывает роль государства в процессе экономического роста, но не роль инфраструктуры.

## **2. Двухсекторная модель экономики**

Разрешить проблему отсутствия внутреннего пространства экономики предлагается через изменение представления о механизме производства благ в экономике. Будем полагать, что создание единицы стилизованного товароматериального блага является результатом деятельности не отдельной репрезентативной фирмы в товароматериальном секторе, а итогом совместной деятельности некоторых совокупностей фирм, объединенных в производственные цепочки, которых тоже множество в экономике. Тогда для осуществления производственного процесса в рамках каждой производственной цепочки возникает необходимость в определенных средствах, обеспечивающих взаимодействия фирм товароматериального сектора, эти средства будем называть «инфраструктурными» благами, а их источник – инфраструктурой или инфраструктурным сектором.

Если взаимодействия между фирмами внутри производственных цепочек ограничены только перемещениями материально-вещественных объектов, тогда в технологическом процессе используются только «инфраструктурные» блага, создаваемые в сегменте «производственная инфраструктура» инфраструктурного сектора. Это наиболее простая и понятная форма создания и потребления «инфраструктурных» благ. Наряду с производственной инфраструктурой обычно выделяют

---

<sup>6</sup> Значения параметров производственных функций в различных отраслевых сегментах экономики могут сильно различаться [2]. Особенно сильны эти различия между отраслями специализирующимися на производстве товарно-материальных благ и отраслями, производящими услуги (инфраструктурные блага).

социальную инфраструктуру и институциональную инфраструктуру, однако роль в производственном процессе инфраструктурных благ создаваемых в этих сегментах инфраструктурного сектора не столь очевидна и требует дополнительного изучения. Поэтому в рамках данной статьи ограничим инфраструктурный сектор только производственным сегментом.

Итак, для более полного представления роли инфраструктуры в процессе экономического роста предлагается институциональный сектор «фирмы» разделить на два технологических сектора — сектор производства «товарно-материальных» благ<sup>7</sup> (в дальнейшем для обозначения используется индекс «*G*» - *goods*) и сектор производства «инфраструктурных» благ<sup>8</sup> (индекс «*I*» - *infrastructural*).

В целях формализации процесса производства и потребления инфраструктурных благ абстрагируемся от фактического разнообразия «инфраструктурных» благ и будем считать, что в экономике производится один единственный вид стилизованных «инфраструктурных» благ, посредством которых обеспечивается взаимодействие между фирмами в производственных цепочках в товароматериальном секторе. Тогда технологию производства в инфраструктурном в секторе можно представить в виде производственной функции с взаимозаменяемыми факторами производства и постоянным эффектом масштаба (типа Кобба-Дугласа). Выпуск репрезентативной *i*-й фирмы в инфраструктурном секторе производства определяется затратами капитала и труда:

$$Y_{i,I} = K_{i,I}^{\mu} L_{i,I}^{1-\mu}, \quad (1.a)$$

где  $Y_{i,I}$  — выпуск инфраструктурных благ;  $K_{i,I}$  — затраты капитала для производства инфраструктурных благ;  $L_{i,I}$  — затраты труда для производства инфраструктурных благ.

Для инфраструктурного сектора состоящего из множества фирм, производственная функция в агрегированном виде будет иметь вид:

$$Y_I = K_I^{\mu} L_I^{1-\mu}. \quad (1.б)$$

Также и в товароматериальном секторе экономики производится один единственный вид товароматериальных благ, и технологию его производства репрезентативной *j*-й в рамках производственной цепочки можно задать производственной функцией:

$$Y_{j,G} = K_{j,G}^{\alpha} L_{j,G}^{\beta} B_{j,I}^{\gamma}, \quad (2.a)$$

где  $Y_{j,G}$  — выпуск товароматериальных благ;  $K_{j,G}$  — затраты капитала для производства товароматериальных благ;  $L_{j,G}$  — затраты труда для производства товароматериальных благ;  $B_{j,I}$  — затраты инфраструктурных благ для производства товароматериальных благ;  $\alpha + \beta + \gamma = 1$ .

<sup>7</sup> Промышленность (без электроснабжения), сельское хозяйство, лесное хозяйство, строительство.

<sup>8</sup> Транспорт, связь, электроснабжение и коммунальные услуги, торговля (оптовая и розничная), прочие коммерческие и некоммерческие услуги.

Агрегированная производственная функция для товароматериального сектора будет иметь вид:

$$Y_G = K_G^\alpha L_G^\beta B_I^\gamma. \quad (2.6)$$

Помимо предположения о двухсекторной экономике основные исходные предпосылки и допущения для построения модели экономического роста следующие<sup>9</sup>.

1. По аналогии с разделением институционального сектора «фирмы» на два технологических сектора, институциональный сектор «предприниматели» также разделяется на два «технологических» предпринимательских сектора. Блага, произведенные фирмами поступают в распоряжение предпринимательских секторов, в которых принимаются решения по дальнейшему их использованию и по распределению доходов от использования производственных факторов. Агенты предпринимательских секторов являются собственниками капитала и обеспечивают его воспроизводство (т.е. формирование фонда накопления). Часть получаемых предпринимательскими секторами доходов, неиспользованная на цели воспроизводства капитала, используется на возмещение затрат на труд и на конечное потребление материальных благ (в фонд потребления).

2. Для каждого предпринимательского сектора норма сбережений ( $s_{I,G} = S_{I,G}/Y_{I,G}$ ) является эндогенным параметром и зависит от предельной производительности капитала в соответствующем технологическом секторе ( $s_{I,G} = f(r_{I,G})$ ). Равновесие между инвестициями и сбережениями в экономике в целом (даже при отсутствии такового в отдельных секторах) обеспечивается посредством денежного рынка, который выполняет функцию рынка капиталов и вследствие корректировки нормы сбережения. Чувствительность величины нормы сбережения к изменению предельной производительности капитала специфична для каждого предпринимательского сектора, т.е. автоматического равенства между нормами сбережений в секторах при достижении равенства предельных производительностей капитала не существует (но возможно как частный случай).

3. Институциональный сектор «домашние хозяйства» является собственником фактора «труд» и получает доход только от его использования, направляя его на потребление материальных благ (в фонд потребления). Будем полагать, что распределение трудовых ресурсов, экзогенно заданно. При этом темп роста затрат труда в обоих технологических секторах одинаков ( $l = l_G = l_I$ ). Кроме того, темп прироста затрат труда ( $l$ ) равен темпу прироста населения ( $n$ ), который задан также экзогенно.

---

<sup>9</sup> Другие необходимые допущения будут вводиться по мере изложения.

4. Предполагается функционирование товарных и факторных рынков экономики в условиях близких к совершенной конкуренции, что обеспечивает гибкую систему цен и равенство цен факторов их предельным производительностям.

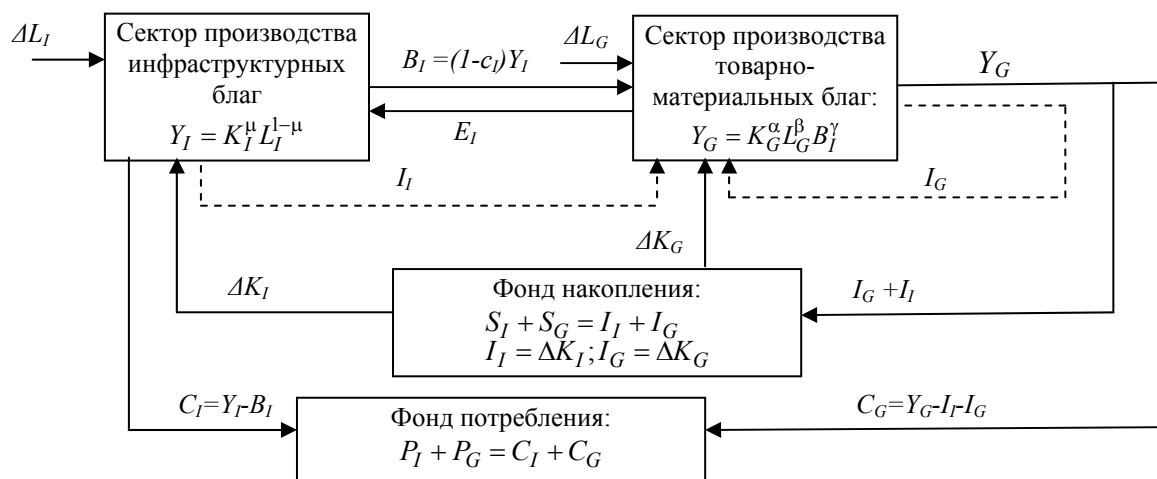
5. Отсутствуют функции спроса на блага, производимые в секторах экономики, т.к. гибкая система цен обеспечивает равенство величин спроса на блага величинам предложения соответствующих видов благ.

6. Капитал представляет собой однородный экономический ресурс, который благодаря единому денежному рынку может свободно перемещаться между секторами.

8. Технологический обмен между секторами экономики возможен лишь частично, поскольку производство в секторах основывается на различающихся между собой технологиях, что препятствует выравниванию технологических параметров секторов экономики.

9. Экономика закрытая.

Функционирование экономики в рамках предлагаемой модели с двумя секторами выглядит представлено в виде блок-схемы на рисунке 1.



**Рис.1. Блок-схема модели экономического роста с «инфраструктурным» и «товаро-производящим» секторами**

Сектора экономики являются взаимозависимыми. С одной стороны, выпуск благ в товароматериальном секторе определяется как затратами традиционных факторов — капитала и труда, так и затратами «инфраструктурных» благ, производимых другом секторе экономики (инфраструктурном). С другой стороны, выпуск «инфраструктурных» благ невозможен без капитала, воспроизводство которого осуществляется за счет части товарно-материальных благ производимых в первом секторе.

Для производства товароматериальных благ используется не весь объем производимых в экономике инфраструктурных благ, а только их часть ( $B_I$ ), которая является производственным потреблением инфраструктурных благ. Другая часть инфраструктурных благ ( $C_I$ )

используется в конечном (непроизводственном) потреблении домашних хозяйств, т.е. уравнение использования выпуска инфраструктурного сектора следующее:

$$Y_I = B_I + C_I. (3)$$

При этом будем полагать, что объем инфраструктурных благ, используемых на конечное потребление составляет фиксированную долю ( $c_I$ ) в общем объеме производства инфраструктурных благ, задаваемую экзогенно<sup>10</sup>:

$$c_I = C_I/Y_I. (4)$$

Тогда уравнение (3) можно представить в виде:

$$Y_I = \frac{1}{(1-c_I)} B_I. (5)$$

Затраты инфраструктурного сектора на производство соответствующих благ (затраты на труд и капитал) полностью компенсируются доходом получаемым от реализации производимых инфраструктурных благ, т.е. соблюдается тождество между величиной выпуска и величиной дохода ( $E_I$ ), получаемого фирмами:

$$Y_I = E_I. (6)$$

Доход фирм поступает в распоряжение предпринимательского сектора инфраструктурной специализации, в котором он распределяется на две части: расходы на оплату труда и предпринимательский доход, которые затем трансформируются в потребительские расходы ( $P_I$ ) и сбережения ( $S_I = s_I Y_I$ ), трансформируемые затем полностью или частично в инвестиции ( $I_I$ ). С учетом тождества (6) уравнение расходов инфраструктурного сектора принимает вид:

$$Y_I = P_I + S_I. (7)$$

Поскольку для инвестиций в инфраструктурном секторе сами инфраструктурные блага не могут быть использованы, тождество между сбережениями и инвестиционным спросом не является обязательным, а может существовать как одно из состояний экономики благодаря возможности перетока сбережений между предпринимательскими секторами посредством рынка капиталов.

С учетом уравнений (1)-(5) производственная функция для товароматериального сектора примет вид:

$$Y_G = K_G^\alpha L_G^\beta ((1-c_I)Y_I)^\gamma (8.a)$$

или

$$Y_G = K_G^\alpha L_G^\beta ((1-c_I)K_I^\mu L_I^{1-\mu})^\gamma (8.б)$$

Произведенные в этом секторе блага используются в целях

---

<sup>10</sup> Это допущение вводится для простоты дальнейших построений. В реальности этот параметр не является фиксированной величиной, однако закономерность его изменения во времени недостаточно изучена для включения её в модель в настоящее время.

удовлетворения инвестиционного спроса фирм инфраструктурного сектора ( $I_I$ ), в целях конечного потребления ( $C_G$ ) и в целях удовлетворения инвестиционного спроса фирм сектора производящего товароматериальные блага ( $I_G$ ):

$$Y_G = I_G + C_G + I_I. \quad (9)$$

Сумма выпуска благ, индуцированных инвестиционным спросом со стороны инфраструктурного сектора (т.е. совокупный выпуск сектора) тождественна совокупному доходу фирм сектора производства товарноматериальных благ ( $E_G$ ), т.е.:

$$Y_G = E_G. \quad (10)$$

Совокупный доход фирм товароматериального сектора поступает в распоряжение предпринимательского сектора, в котором распределяется между потребительскими расходами ( $P_G$ ) и сбережениями ( $S_G = s_G Y_G$ ):

$$Y_G = P_G + S_G. \quad (11)$$

Для данной модели балансовые уравнения формирования и использования фонда конечного потребления и фонда накопления капитала имеют следующий вид:

$$C_G + C_I = P_G + P_I - \text{фонд потребления}, \quad (12)$$

$$S_I + S_G = I_I + I_G = \Delta K_I + \Delta K_G - \text{фонд накопления}. \quad (13)$$

В предлагаемой двух секторной модели экономики равенство сбережений инвестициям в каждом секторе в отдельности не является обязательным. Даже при отсутствии равновесия между инвестициями и сбережениями отдельно в секторах, это равновесие всегда достигается в целом по экономике благодаря функционированию рынка капиталов. Так как рынок капиталов представлен только денежным рынком, сбережения, не использованные на инвестиционные цели в одном из секторов экономики, трансформируясь в денежные средства, становятся доступными для использования на инвестиционные цели в другом секторе.

### **3. Оптимальные пропорции распределения капитала и инвестиций по секторам экономики**

В двух секторной модели единственным источником формирования фонда накопления в экономике являются инвестиции, финансируемые за счет сбережений предпринимательских секторов. Поэтому величина капитала используемого в производстве обоих видов благ в каждый момент времени ограничена:

$$K_{Tot} = K_G + K_I. \quad (14)$$

Ограниченность капитала в каждый момент времени ставит проблему его оптимального распределения между технологическими секторами экономики, т.е. такого распределения, при котором достигается максимум суммарного дохода его владельцев ( $r_G \cdot K_G + r_I \cdot K_I$ ). Функция

полезности (целевая функция) собственников капитала будет выглядеть следующим образом:

$$J(r_G \cdot K_G; r_I \cdot K_I) \rightarrow \max. \quad (15)$$

Два произведения в скобках в выражении (15) отражают доход на капитал в соответствующих секторах экономики, а величины  $r_G$  и  $r_I$  представляют собой предельные продукты капитала в секторах производящих товарно-материальные и инфраструктурные блага соответственно:

$$r_G = \frac{\partial Y_G}{\partial K_G} = \alpha \frac{Y_G}{K_G}; r_I = \frac{\partial Y_I}{\partial K_I} = \mu \frac{Y_I}{K_I}. \quad (16)$$

Задача нахождения условия максимизации суммарного дохода собственников капитала представляет собой задачу на условный экстремум функции полезности (15) и решается стандартными для неё методами<sup>11</sup>. Функция Лагранжа для данной задачи имеет вид:

$$J(K_G; K_I; \lambda_1) = r_G K_G + r_I K_I + \lambda_1 (K_G + K_I - K). \quad (17)$$

Она достигает максимума при:

$$\frac{\partial J}{\partial K_G} = r_G + \lambda_1 = 0 \Rightarrow r_G = -\lambda_1, \quad (18)$$

$$\frac{\partial J}{\partial K_I} = r_I + \lambda_1 = 0 \Rightarrow r_I = -\lambda_1, \quad (19)$$

Из приведенной системы уравнений, находим условие максимизации владельцами капитала дохода на него. Учитывая равенство правых частей тождеств (18) и (19) это условие состоит в равенстве величин предельных продуктов капитала в рассматриваемых секторах экономики:

$$r_G = r_I. \quad (20)$$

*Этого условия было бы достаточно, если бы рассматриваемая модель экономики состояла из двух независимых (а, следовательно, и конкурирующих между собой на рынке благ) секторов. Конкуренция, в такой постановке модели, привела бы к сокращению технологических различий между секторами до минимума и слиянию этих секторов в один сектор. В нашем же случае условия (20) недостаточно, поскольку в модели рассматривается два технологически взаимозависимых сектора.*

Инфраструктурные блага, используемые в процессе производства товароматериальных благ, становятся производственным фактором, имеющим определенную предельную производительность:

$$b_G = \frac{\partial Y_G}{\partial B_I} = \gamma \frac{Y_G}{B_I}. \quad (21)$$

Благодаря тому, что оба сектора представлены множеством агентов, рынок инфраструктурных благ является конкурентным (в инфраструктурном секторе конкуренция производителей, а в

---

<sup>11</sup> См. например [1].

товароматериальном секторе конкуренция потребителей). Вследствие этого цена инфраструктурных благ будет равна их предельной производительности.

Поскольку для производства инфраструктурных благ было затрачено некоторое количество труда и капитала, эти производственные факторы опосредованно через инфраструктурные блага участвуют в производстве товароматериальных благ. То есть доход, получаемый от продажи инфраструктурных благ ( $B_I$ ), распределяется между собственниками этих производственных факторов в определенной пропорции:

$$\frac{r_I K_I}{w_I L_I}, \quad (22)$$

где  $r_I K_I$  – доход собственников капитала;  $w_I L_I$  – доход собственников труда ( $w_I$  – предельная производительность (цена) труда).

Видно, что распределение этого дохода между собственниками производственных факторов зависит от количества затрачиваемых факторов и расценок на них. В условиях совершенной конкуренции (о существовании которых сделано соответствующее допущение) это распределение зависит от технологических параметров экономики (параметров производственной функции), т.е. фиксировано<sup>12</sup>. Так доля дохода на капитал равна:

$$\frac{r_I K_I}{Y_I} = k_I, \quad (23)$$

тогда учитывая (16) получим:

$$\mu = k_I. \quad (24)$$

Следовательно, доход предпринимателей от использования инфраструктурных благ при производстве товарно-материальных благ ( $EI_I$ ) составит:

$$EI_I = \mu b_G B_I. \quad (25)$$

Тогда учитывая, что только часть произведенных в инфраструктурном секторе благ используется в производстве товароматериальных благ функцию полезности собственников капитала можно преобразовать следующим образом:

---

<sup>12</sup> Если полагать, что собственники производственных факторов действуют рационально, т.е. стремятся максимизировать свой доход при производстве инфраструктурных благ, тогда цены единиц производственных факторов будут равны их предельным производительностям. И следовательно, завышение дохода собственников одного из факторов (при заданных технологически пропорциях затрат производственных факторов) невозможно без занижения расценок на другой фактор ниже его предельной производительности, что противоречит допущению о совершенной конкуренции. Если расценки на производственные факторы не могут быть изменены, то при неизменных технологических параметрах в секторе производства инфраструктурных благ пропорции между количеством затрачиваемых производственных факторов также не могут быть изменены. Поэтому при экзогенно заданных технологических параметрах в секторе производящем инфраструктурные блага (как и в секторе производящем товарно-материальные блага) доход от использования инфраструктурных благ будет распределяться между собственниками производственных факторов в определенной фиксированной пропорции, заданной технологией производства.

$$U(r_G K_G; c_I r_I K_I; \mu b_G B_I) \rightarrow \max. \quad (26)$$

В этом случае функция Лагранжа для решения задачи нахождения условия максимизации дохода собственников капитала примет вид:

$$U(K_G; K_I; B_I; \lambda_1; \lambda_2) = r_G K_G + c_I r_I K_I + \mu b_G B_I + \lambda_1 (K - K_G - K_I) + \lambda_2 (B_I - (1 - c_I) K_I^\mu \cdot L_I^{1-\mu}). \quad (27)$$

Она достигает максимума при:

$$\frac{\partial U}{\partial K_G} = r_G - \lambda_1 = 0 \Rightarrow \lambda_1 = r_G, \quad (28)$$

$$\frac{\partial U}{\partial B_I} = \mu b_I + \lambda_2 = 0 \Rightarrow \lambda_2 = -\mu b_I, \quad (29)$$

$$\frac{\partial U}{\partial K_I} = c_I r_I - \lambda_1 - \lambda_2 (1 - c_I) \mu K_I^{\mu-1} L_I^{1-\mu} = 0. \quad (30)$$

Объединив уравнения (28)-(30) в систему и решив её, найдем условие максимизации владельцами капитала своего дохода. Пропуская промежуточные преобразования получим:

$$\frac{r_G}{b_G} = \mu^2 \frac{Y_I}{K_I}. \quad (31)$$

Поскольку из равенств (16) и (21) следует, что

$$\frac{r_G}{b_G} = \frac{\alpha(1 - c_I) Y_I}{\gamma K_G}, \quad (32)$$

и условие (31) принимает следующий вид:

$$\frac{K_G}{K_I} = \frac{\alpha(1 - c_I)}{\gamma \mu^2} = \rho. \quad (33)$$

Таким образом, оптимальное распределение капитала (максимизирующее доход его владельцев) между секторами экономики зависит от технологии производства товароматериальных и инфраструктурных благ и от распределения произведенных инфраструктурных благ между производственным и непроизводственным потреблением и фиксировано ( $\rho = \text{const}$ ) на том интервале времени, когда эти параметры постоянны.

#### 4. Равновесный рост в двухсекторной экономике

В данной модели экономики её максимальный темп роста при условии равновесия на всех рынках (динамическое равновесие) не может превышать экзогенно заданный темп роста затрат труда (т.е. населения). Возможно ли динамическое равновесие экономики при условии оптимального распределения капитала между секторами экономики?

В начале определим соотношение темпов роста затрат капитала и инвестиций в технологических секторах экономики. Из условия максимизации дохода фирм в товарно-материальном секторе (31) следует:

$$\dot{r}_G - \dot{b}_G = \dot{Y}_I - \dot{K}_I, \quad (34)$$

где  $\dot{r}_G, \dot{b}_G, \dot{Y}_I, \dot{K}_I$  — темпы прироста соответственно предельного продукта капитала в товароматериальном секторе, предельного продукта

инфраструктурных благ, производства инфраструктурных благ, капитала в инфраструктурном секторе.

При этом из соотношений (18) и (23) следует:

$$\dot{r}_G = \dot{Y}_G - \dot{K}_G, \quad (35.a)$$

$$\dot{b}_G = \dot{Y}_G - \dot{B}_I. \quad (35.б)$$

Тогда подставив соотношения (35) в (34) получим:

$$\dot{Y}_G - \dot{K}_G - \dot{Y}_G + \dot{B}_I = \dot{B}_I - \dot{K}_I \Rightarrow \dot{K}_G = \dot{K}_I. \quad (36)$$

Из тождества (36) следует, что оптимальный (с точки зрения распределения капитала) экономический рост достижим только при условии равенства между собой темпов прироста капитала в секторах экономики. Условием сохранения равных темпов роста капитала в обоих секторах экономики является неизменность технологий и пропорции использования инфраструктурных благ (следствие из условия (33)):

$$\dot{K}_G - \dot{K}_I = \dot{\rho} = 0 \Rightarrow \dot{K}_G = \dot{K}_I. \quad (37)$$

Из условия равенства между собой величин предельных производительностей капитала в секторах экономики (20) следует, что темпы прироста выпуска в секторах экономики равны между собой.

$$r_G = r_I \Rightarrow \dot{r}_G = \dot{r}_I \Rightarrow \dot{Y}_G - \dot{K}_G = \dot{B}_I - \dot{K}_I, \quad (38)$$

принимая во внимание (5) и (36) получаем:

$$\dot{Y}_G = \dot{Y}_I = \dot{B}_I. \quad (39)$$

Теперь необходимо определить при каком условии будет достигнуто равновесие между темпами роста выпуска и затрат капитала в секторах экономики, т.е. тождество  $\dot{Y}_G = \dot{Y}_I = \dot{B}_I = \dot{K}_G = \dot{K}_I$ . В несколько упрощенной постановке нужно определить условие существования тождеств  $\dot{Y}_G = \dot{K}_G$  и  $\dot{Y}_I = \dot{K}_I$ , выполнение которых обеспечит выполнение общего тождества.

Из уравнения производственной функции товароматериального сектора (8) следует, что темп прироста выпуска в этом секторе равен:

$$\dot{Y}_G = \alpha \dot{K}_G + \beta n + \gamma [\mu \dot{K}_I + (1 - \mu)n]. \quad (40)$$

Учитывая, что  $\dot{Y}_G = \dot{K}_G$  и  $\dot{K}_G = \dot{K}_I$  после несложных преобразований получим:

$$\dot{Y}_G = n. \quad (41)$$

Аналогично из уравнения производственной функции инфраструктурного сектора получаем:

$$\dot{Y}_I = \mu \dot{K}_I + (1 - \mu)n \Rightarrow \dot{Y}_I = n. \quad (42)$$

Таким образом, динамическое равновесие в двухсекторной экономике с оптимальным распределением капитала по секторам достижимо. При этом темпы роста возможно максимизировать, т.е. обеспечить равенство темпов роста выпуска и затрат капитала в секторах темпу роста населения (затрат труда):

$$\dot{Y}_G = \dot{Y}_I = \dot{B}_I = \dot{K}_G = \dot{K}_I = n. \quad (43)$$

Однако нужно учитывать, что это условие справедливо только при сохранении допущений о фиксированных параметрах технологии и пропорции распределения инфраструктурных благ между производственным и непроизводственным потреблением.

Нахождение экономики в состоянии динамического равновесия означает, что рынки капиталов также сбалансированы, т.е. предложение капитала (сбережения) равны спросу на капитал (инвестиционному спросу):  $\Delta K_G = I_G = Y_G s_G$  и  $\Delta K_I = I_I = Y_I s_I$ . При делении обоих тождеств на соответствующие параметры капитала ( $K_G, K_I$ ) получим выражения для темпов прироста капитала в секторах экономики:

$$\dot{K}_G = \frac{I_G}{K_G} = \frac{Y_G s_G}{K_G} \text{ и } \dot{K}_I = \frac{I_I}{K_I} = \frac{Y_I s_I}{K_I}. \quad (44)$$

Из тождеств (44) и (37) следует, что для сохранения оптимальных пропорций распределения капитала по секторам экономики инвестиции также должны соответствовать этим пропорциям:

$$\dot{K}_G = \dot{K}_I \Rightarrow \frac{I_G}{K_G} = \frac{I_I}{K_I} \Rightarrow \frac{I_G}{I_I} = \frac{K_G}{K_I}. \quad (45)$$

Рост в условиях равновесия на факторных рынках можно представить в терминах капиталовооруженности и производительности труда. Обозначим производительность труда  $q = Y/L$ , а капиталовооруженность труда  $\Psi = K/L$ . Из уравнений воспроизводства капитала в секторах экономики определим темп прироста капитала в секторах экономики:

$$\frac{\Delta K_G}{K_G} = s_G \cdot \frac{Y_G}{K_G} \Rightarrow \dot{K}_G = s_G \frac{Y_G/L_G}{K_G/L_G} = s_G \frac{q_G}{\Psi_G}, \quad (46.a)$$

$$\frac{\Delta K_I}{K_I} = s_I \cdot \frac{Y_I}{K_I} \Rightarrow \dot{K}_I = s_I \frac{Y_I/L_I}{K_I/L_I} = s_I \frac{q_I}{\Psi_I}. \quad (46.б)$$

Приравняв полученные зависимости (46.a) и (46.б) друг к другу получим:

$$\frac{s_I q_I}{\Psi_I} = \frac{s_G q_G}{\Psi_G} \Rightarrow \frac{s_I q_I^*}{s_G q_G^*} = \frac{\Psi_I^*}{\Psi_G^*}, \quad (47)$$

Домножив числитель и знаменатель в правой части тождества (47) на параметр темпа роста затрат труда ( $n$ ) преобразуем его в **тождество, соответствующее растущей экономике в которой полностью используются увеличивающиеся затраты труда и капитала:**

$$\frac{s_I q_I^*}{s_G q_G^*} = \frac{\Psi_I^* n}{\Psi_G^* n}, \quad (48)$$

где  $q^*$ ,  $\Psi^*$  — значения производительности и капиталовооруженности труда, при которых капиталовооруженность труда в секторах экономики стабилизируется ( $\dot{\Psi}_{I,G} = 0$ ).

Как и в модели Солоу<sup>13</sup>, производство  $qs$  отражает объем сбережение (и следовательно инвестиций) на одного работающего в соответствующем секторе экономики (т.е. предложение капитала), а  $\Psi n$  — необходимый прирост капитала на одного нового работника для того чтобы общая капиталовооруженность оставалась на уровне  $\Psi$  (спрос на капитал). Тогда из условия равенства темпов прироста капитала в секторах экономики (36) следует, что для установления в экономике динамического равновесия необходимо, чтобы соотношение между равновесными значениями предложения капитала (инвестиций) в секторах экономики было равно соотношению равновесных значений спроса на капитал в этих секторах.

Является ли состояние динамического равновесия в 2-х секторной модели экономики устойчивым? Для того чтобы равновесное состояние было устойчивым, значения производительности и капиталовооруженности труда в секторах должны быть постоянными величинами. Однако в данной модели экономики **может быть множество равновесных состояний**, поскольку равновесные значения производительности и капиталовооруженности труда зависят не только от экзогенных и фиксированных во времени параметров экономики ( $\alpha, \mu, \gamma, n, c_I$ ), но и от значений норм сбережения в секторах ( $s_I, s_G$ ), которые являются эндогенными переменными величинами:

$$\Psi_I^* = \left( \frac{s_I}{n} \right)^{\frac{1}{1-\mu}}, \quad (49)$$

$$q_I^* = \left( \frac{s_I}{n} \right)^{\frac{\mu}{1-\mu}}, \quad (50)$$

$$\Psi_G^* = \left( \frac{s_G}{n} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \cdot v^{\frac{\gamma}{1-\alpha}}, \quad (51)$$

$$q_G^* = \left( \frac{s_G}{n} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (1-c_I) v^{\frac{\gamma}{1-\alpha}}, \quad (52)$$

$$v = \frac{Y_I}{L_G} \Rightarrow v^* = \frac{s_I \rho}{n \Psi_G^*} = \rho \left( \frac{s_I}{n} \right)^{1 + \frac{1}{1-\mu}}. \quad (53)$$

Данная экономика будет переходить из одного состояния динамического равновесия в другое состояние вследствие каких-либо экзогенных воздействий и находится в новом равновесном состоянии до тех пор, пока очередное экзогенное воздействие его не нарушит. Механизм перехода экономики из состояния, которое не является состоянием динамического равновесия в состояние динамического

<sup>13</sup> Solow Robert M. A Contribution to the Theory of Economic Growth // The Quarterly Journal of Economics, Vol. 70, No. 1 (Feb., 1956), 65-94.

равновесия можно представить в следующей последовательности событий.

1. Допустим, что в исходном состоянии в секторе производства товарно-материальных благ капиталовооруженность труда, максимизирующая прибыль равна  $\Psi_{0,G} < \Psi_G^*$ . Тогда

$$s_G q_G^* > \Psi_{0,G} n \Rightarrow \frac{s_I q_I^*}{s_G q_G^*} < \frac{\Psi_I^* n}{\Psi_{0,G} n},$$

что свидетельствует об избытке предложения капитала в секторе производства товарно-материальных благ и отсутствии равновесия в экономике в целом.

2. Рынок капиталов находится в состоянии равновесия и рыночная цена капитала равна его предельным производительностям в секторах экономики  $i_0 = r_{G,0} = r_{I,0}$ .

3. Если поведение агентов предпринимательских секторов рационально, то они осуществляют планирование своей деятельности. Поэтому до инвестирования имеющихся сбережений предприниматели оценивают соответствие между имеющимися инвестиционными ресурсами и потребностью в них (т.е. между  $s_G q_G^*$  и  $\Psi_{0,G} n$ , и между  $s_I q_I^*$  и  $\Psi_{0,I} n$ ). Инвестирование сбережений в объеме, превышающем спрос на инвестиции, будет означать снижение предельной производительности капитала, что не целесообразно. Следовательно, предприниматели, оценив величину избыточных инвестиций, разместят их на рынке капиталов.

4. В результате перемещения избыточных инвестиций из товароматериального сектора на рынок капиталов в экономике временно установится состояние идентичное равновесному но не являющееся

таковым: 
$$\frac{s_I q_I^*}{s_G q_G^* - I_{0,G}^{srp}} = \frac{\Psi_I^* n}{\Psi_{0,G} n},$$

поскольку по-прежнему сохранится неравенство  $\Psi_{0,G} < \Psi_G^*$ .

5. Избыточные инвестиции, поступившие на рынок капиталов, окажут давление на рыночную стоимость капитала, которая начнет снижаться. Её снижение будет означать снижение границ приемлемого уровня предельной производительности капитала для обоих секторов. Это значит, что дополнительные инвестиции, повышающие уровень капиталовооруженности труда станут возможными в обоих секторах. Снижение рыночной ставки процента прекратится, когда все избыточные инвестиции будут распределены между секторами в оптимальной пропорции (45).

6. Так как часть избыточных инвестиций из товароматериального сектора ( $a_I I_{0,G}^{srp}$ , где  $a_I$  – доля сектора в дополнительных инвестициях, заданная параметром  $\rho$ ) переместится в инфраструктурный сектор, в этом секторе произойдет увеличение предложения капитала, которое при снизившейся его цене приведет к росту капиталовооруженности труда,

отклонив её от исходного равновесного значения ( $\Psi_{0,I}^* < \Psi_{1,I}$ ).

В тоже время другая часть избыточных инвестиций из товароматериального сектора ( $a_G I_{0,G}^{srp}$ , где  $a_G$  – доля сектора в дополнительных инвестициях, заданная параметром  $\rho$ ) вернется в исходный сектор и в этом секторе тоже произойдет рост капиталовооруженности труда. Однако новое значение капиталовооруженности труда в товароматериальном секторе будет по-прежнему ниже желаемого равновесного значения ( $\Psi_{0,G} < \Psi_{1,G} < \Psi_G^*$ ), т.к. уровень предельной производительности капитала еще слишком высок, для того чтобы все избыточные инвестиции были направлены на рост капиталовооруженности труда.

В итоге в экономике в новой системе цен установится новое равновесие:

$$s_I q_I^* + a_I I_{0,G}^{srp} = \Psi_{1,I} n; \quad s_G q_G^* - I_{0,G}^{srp} + a_G I_{0,G}^{srp} = \Psi_{1,G} n \Rightarrow \frac{s_I q_I^* + a_I I_{0,G}^{srp}}{s_G q_G^* - I_{0,G}^{srp} + a_G I_{0,G}^{srp}} = \frac{\Psi_{1,I} n}{\Psi_{1,G} n}.$$

Но и это состояние тоже не будет состоянием динамического равновесия, поскольку значения капиталовооруженности труда в секторах экономики не соответствуют равновесным значениям, а равновесие достигается только благодаря перетоку капитала между секторами.

8. На новом витке делового цикла состояние экономики будет характеризоваться новой системой цен и соотношением:  $\frac{s_I q_I^*}{s_G q_G^*} < \frac{\Psi_{1,I}^* n}{\Psi_{1,G} n}$ .

Дальнейшее развитие событий будет зависеть от того, какое используется допущение относительно природы установления нормы сбережения в экономике (экзогенная<sup>14</sup> или эндогенная).

В случае эндогенных норм сбережения в секторах, зависящих от уровня доходности капитала (ставки процента/предельной производительности капитала), окончательное установление

<sup>14</sup> В случае экзогенно заданных фиксированных норм сбережения экономика продолжит движение к состоянию полного равновесия повторив событий 2-7. Разница между спросом и предложением капитала в товароматериальном секторе будет меньше чем в исходном состоянии, объем избыточных инвестиций будет меньше и соответственно, будет слабее их давление на рынок капиталов, что приведет к меньшему снижению ставки процента на капитал. В итоге экономика и на втором витке делового цикла придет к состоянию квазиравновесия. Опять установится новая система цен на рынке капиталов, переток капитала между секторами уменьшится, а параметры капиталовооруженности труда в секторах еще больше приблизятся к равновесным значениям ( $\Psi_{0,G} < \Psi_{1,G} < \Psi_{2,G} < \Psi_G^*$ ;  $\Psi_{0,I}^* < \Psi_{2,I} < \Psi_{1,I}$ ).

В конце концов (на  $j$ -м витке делового цикла), различия между спросом и предложением капитала в товароматериальном секторе станут настолько незначительными, что величина избыточного предложения капитала не сможет оказать воздействие на цену капитала. Поэтому перетоков капитала между секторами не будет, т.е. в этом секторе и в экономике в целом установится *окончательное динамическое равновесие в новой системе цен*  $i_j = r_{G,j} = r_{I,j}$ :

$$\frac{s_I q_I^* + a_I I_{j,G}^{srp}}{s_G q_G^* - I_{j,G}^{srp} + a_G I_{j,G}^{srp}} = \frac{\Psi_{j,I}^* n}{\Psi_{j,G}^* n}; \quad \lim_{\Psi_{j,G}^* \rightarrow s_G q_G^*} I_{j,G}^{srp} = 0.$$

На этом процесс перехода экономики в состояние динамического равновесия завершится.

динамического равновесия продолжится следующим образом.

9. Предельные производительности капитала и его рыночная цена, стабилизировавшись на уровне меньшем стартового уровня ( $r_{I,G,1} = r_{I,G,2} < r_{I,G,0}$ ), сделают сбережения в прежнем объеме менее привлекательными, чем потребление произведенного дохода, и, следовательно, норма сбережений в обоих секторах уменьшится ( $s_{0,G} > s_{2,G}$ ;  $s_{0,I} > s_{2,I}$ ).

10. В результате снижения норм сбережения для каждого сектора определятся новые равновесные значения капиталовооруженности труда, (но меньшие чем были в исходном состоянии –  $\Psi_{2,G}^* < \Psi_G^*$  и  $\Psi_{2,I}^* < \Psi_{0,I}^*$ ), которые будут соответствовать сократившимся величинам предложения инвестиций. Таким образом, в экономике установится полное динамическое равновесие не только с обновленной системой цен, но и со снизившимися значениями капиталовооруженности труда и производительности труда ( $q_{2,I}^* < q_{0,I}^*$ ;  $q_{2,G}^* < q_{0,G}^*$ ) вследствие сокращения

инвестиций: 
$$\frac{s_{2,I}^* q_{2,I}^*}{s_{2,G}^* q_{2,G}^*} = \frac{\Psi_{2,I}^* n}{\Psi_{2,G}^* n}.$$

В этом состоянии экономика может находиться бесконечно долго, пока какое-либо экзогенное воздействие не выведет её из равновесия. Однако это равновесное состояние не является устойчивым, поскольку после прекращения воздействия экономика, пройдя несколько квазиравновесных состояний, не вернется в исходное состояние, а перейдет в новое состояние равновесия, которое будет характеризоваться обновленными параметрами склонностей к сбережениям, предельных производительностей и цены капитала, капиталовооруженностей и производительностей труда. Таким образом, равновесное состояние двухсекторной экономики с оптимальным распределением капитала по секторам не является устойчивым при условии эндогенных норм сбережения, а является безразличным. Устойчивость динамического равновесия экономики достигается только при экзогенных нормах сбережения. Если же экономика с эндогенными нормами сбережений в секторах подвержена экзогенным воздействиям, её нахождение в равновесном состоянии с нормами сбережения, при которых максимизируется фонд потребления (состояние соответствующее «золотому правилу» накопления) является случайным и маловероятным.

## 5. Заключение

Итак, на основе теоретического анализа модели, предложенной в данной статье, доказано, что для экономики функционирующей в рамках выбранной системы допущений:

- оптимальное соотношение затрат капитала между инфраструктурным сектором и товароматериальным сектором существует

и объективно задается технологическими параметрами производства соответствующего вида благ, а также долей непроизводственного использования инфраструктурных благ (33; 45).

- именно нахождение экономики в состоянии с оптимальным распределением капитала между секторами обеспечивает максимизацию темпов роста производства в обоих секторах экономики (40-43).

- состояние динамического равновесия для модели экономики с двумя технологически взаимосвязанными секторами, в которых нормы сбережения являются эндогенными параметрами, не является устойчивым. Такая экономика может иметь множество состояний динамического равновесия, а переход из одного в другое равновесное состояние может быть довольно случайным процессом (49-53).

Для российской экономики это означает, что без чёткого понимания того, каковы фактические пропорции распределения капитала между секторами, каковы технологические параметры функционирования секторов, как они будут (если будут) меняться, реализация стратегии «опережающего развития инфраструктуры» может не только не привести к ожидаемому результату, но и даже отдалить от него.

С точки зрения государственного вмешательства в процесс экономического роста наиболее предпочтительным является не столько стимулирование инвестиционной активности в одном из секторов экономики, сколько создание институциональных условий для перетока капиталов между секторами и снижение уровня дискретности экономики, что сделает эти перетоки более плавными.

### Литература

1. *Интрилигатор М.* Математические методы оптимизации и экономическая теория / пер. с англ. Г.И. Жуковой, Ф.Я. Кельмана . — М.: Айрис-пресс, 2002. — 576 с.
2. *Попов В.Е.* Капитал в экономике Дальнего Востока// *Пространственная экономика*. 2007. №4.
3. Федеральная целевая программа "Экономическое и социальное развитие Дальнего Востока и Забайкалья на период до 2013 года" УТВЕРЖДЕНА постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 1996 г. № 480 (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 21 ноября 2007 г. № 801)
4. *Aschauer David A.* Is Public Expenditure Productive?// *Journal of Monetary Economics* . 1989. №23.
5. *Aschauer David A.* Does Public Capital Crowd Out Private Capital?// *Journal of Monetary Economics*. 1989. №24.
6. *Barro Robert J.* Government Spending in a Simple Model of Endogeneous Growth// *The Journal of Political Economy*, Vol. 98, №. 5, Part 2: The

Problem of Development: A Conference of the Institute for the Study of Free Enterprise Systems. (Oct., 1990).

7. Barro Robert J., Sala-I-Martin Xavier. Public Finance in Models of Economic Growth// *The Review of Economic Studies*, Vol. 59, No. 4. (Oct., 1992), pp. 645-661.
8. Eisner Robert. Infrastructure and Regional Economic Performance: Comment// *New England Economic Review*. 1991. September/October: pp. 47-58.
9. Kocherlakota, Narayana, Yi Kei-Mu. A Simple Time-Series Test of Endogenous vs. Exogenous Growth Models: An Application to the United States// *Review of Economics and Statistics*. 1996. Vol.78: pp. 126-34.
10. Nadiri M. Ishaq, Theofanis P. Mamuneas. The Effects of Public Infrastructure and R&D Capital on the Cost Structure and Performance of U.S. Manufacturing Industries// *Review of Economics and Statistics*. 1994. Vol. 76: pp. 22-37.