

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

Голуб А.А.

Климатические изменения и «ловушки роста»

Москва 2020

Аннотация. Опора российской экономики на сырьевые и энергоемкие сектора может привести к долгосрочной стагнации и попаданию экономики в так называемую ловушку развития. В работе рассмотрена теоретическая модель экономического роста, которая представляет российскую экономику как совокупность двух секторов: первый сектор - это ресурсо- и энергоемкие отрасли прямо или опосредованно связанные с выбросами парниковых газов, второй сектор – это совокупность наукоемких отраслей развивающихся на основе накопления знаний и человеческого капитала. Негативное воздействие формирующейся глобальной климатической политики на углеродоемкие отрасли определяет повышенные инвестиционные риски и высокую стоимость капитала, скорректированную с учетом риска. Для теоретического анализа мы применяем модель экономического роста Рамсея с выпукло-вогнутой производственной функцией. Для анализа инвестиционных рисков мы используем анализ реальных опционов.

Abstract. Reliance of the Russian economy on carbon dependent sectors may induce a long-term stagnation and convergence of the economy into the development trap. A theoretical model of economic growth model presents the Russian economy as a combination of two sectors: dominating carbon-dependent industries and emerging knowledge-based sectors. Exposure of carbon-dependent industries to the emerging global and regional climate policies and to climate change itself determine elevated investment risks and high risk-adjusted cost of capital. The reliance of Russia on resource and energy-intensive sectors will increase investment risks and the cost of capital for the Russian economy. For the theoretical analysis, we apply the Ramsey economic growth model with a convex-concave production function. For the analysis of investment risks, we use the real options analysis.

Ключевые слова: ловушка развития; инвестиционные риски; климатическая политика; вогнуто-выпуклая производственная функция.

Голуб А.А., старший научный сотрудник центра экономического моделирования энергетики и экологии ИПЭИ Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ

Данная работа подготовлена на основе материалов научно-исследовательской работы, выполненной в соответствии с Государственным заданием РАНХиГС при Президенте Российской Федерации на 2019 год

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Постановка проблемы.....	5
2 Выпукло-вогнутая производственная функция: Микроэкономические основы возрастающей отдачи от масштаба.....	7
3 Инвестиционные риски в модели Рамсея (климатическая политика и климатические изменения).....	13
4 Условия, препятствующие достижению наивысшей точки равновесия	18
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	20
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	21

ВВЕДЕНИЕ

В работе Голуба 2004 [1] обсуждались источники роста российской экономики и было показано, что дальнейшая ориентация на ресурсные сектора экономики неизбежно приведет к замедлению экономического роста. Решение проблемы заключается в переключении производства и потребления на новые технологии, в несколько раз отличающиеся от старых по эффективности производства. Такой переход может быть осуществлен только на основе замещения природного капитала человеческим капиталом, который должен стать для России основным источником экономического роста. Было показано, что наиболее опасным следствием чрезмерного развития ресурсного сектора является замедление темпов накопления капитала в обрабатывающих отраслях и отток рабочей силы в добывающий сектор. За последние 15 лет зависимость российской экономики от природных ресурсов только увеличилась, и экономика вступила в фазу стагнации. В [1] проведен ретроспективный анализ увеличения этой зависимости и проанализирована роль рентных доходов в российской экономике. На основе несложного эконометрического анализа продемонстрирована коинтеграция роста ВВП и цен на нефть в предыдущие 15 лет. Было показано, что ориентация на ресурсоемкие сектора экономики привела к истощению традиционных источников роста и даже при существенном увеличении цен на нефть, экономика не выйдет из фазы стагнации.

В данной работе мы проанализируем как ориентация на добывающие отрасли и углеродоёмкие технологии в российской экономике может привести к продолжительной стагнации и попаданию российской экономики в так называемую ловушку развития (development trap). Это исследование является продолжением работ по изучению источников роста российской экономики и по изучению роли ресурсной ренты в экономике России. При исследовании используется современная методология макроэкономического анализа, позволяющая рассмотреть ситуацию с не единственным решением модели оптимального экономического роста.

1 Постановка проблемы

В литературе по проблемам оптимального роста неоднократно отмечалось, что если агрегированное производство (т.е. ВВП) описывается выпукло вогнутой производственной функцией¹, оптимальное решение не единственно (см. например, [1]). Не единственность решения приводит к тому, что две экономики, производство которых описывается примерно одинаковыми производственными функциями, могут оказаться на принципиально разных ступенях развития. В данной работе мы рассмотрим, при каких условиях экономика страны стагнирует в окрестности относительно низкой точки равновесия (попадает в ловушку развития), а в каком случае продолжает расти и достигает наивысшей точки равновесия.

Для теоретического анализа мы будем полагать, что экономическая система состоит из двух мега-секторов один мега-сектор представляет сектора экономики, которые базируются на добыче и использовании ископаемого топлива. В этот сектор входят углеродоёмкие отрасли, например, металлургия, производство цемента, нефтеперерабатывающая промышленность, транспорт и другие сектора экономики, прямо или косвенно связанные со сжиганием ископаемого топлива. Второй сектор включает отрасли, развивающиеся преимущественно на основе новых технологий, накопление человеческого капитала, знаний, НИОКР и вложений капитала в наукоемкие сферы производства. Первый сектор может быть подвержен негативным воздействиям как непосредственно со стороны изменения климата (например, ущерб газо- и нефтепроводам в результате таяния вечной мерзлоты), так и негативному воздействию формирующейся глобальной и региональной климатической политики. Например, введение углеродного налога торговыми партнерами России негативно повлияет на спрос на нефть и уголь. Влияние формирующейся климатической политики может быть как прямым, так и опосредованным. Параметры глобальной климатической политики пока определены не четко, конкретные проявления для России также не ясны. Эти неопределенности повышают инвестиционные риски, что ведет к увеличению стоимости капитала.

В работе [1] для теоретического анализа использовалась модель роста Соллоу. В данном докладе мы используем модель Рамсея. Эта модель дает возможность применить результаты теоретического анализа моделей роста с выпукло-вогнутыми

¹ Обычно функция начинается выпуклым сегментом, затем меняет выпуклость на вогнутость и затем снова выпуклый сегмент. С формальной точки зрения, функция должна начинаться с вогнутого сегмента, что может быть характерно для наименее развитых стран, но для исследований индустриальной экономики следование формальному подходу не обязательно.

производственными функциями и интерпретировать их в рамках системы показателей, позволяющей учесть риски связанные с глобальной климатической политикой и соответствующим изменением спроса на российские природные ресурсы, а также с инвестиционными рисками, связанными с ухудшением инвестиционного климата в России. В следующем разделе мы рассмотрим предпосылки формирования выпукло-вогнутой производственной функции.

2 Выпукло-вогнутая производственная функция: Микроэкономические основы возрастающей отдачи от масштаба

Рассмотрим переход экономики из одной технологической структуры, которая, возможно, исчерпала основные источники экономического роста (и последовательно демонстрирует снижение отдачи от масштаба) к новой технологической структуре, которая демонстрирует значительно более высокую производительность, рассматриваемую в литературе в качестве основного механизма конвергенции. На рисунке 1 представлена стилизованная экономика с возможностью реализации двух различных технологий F1 и F2.

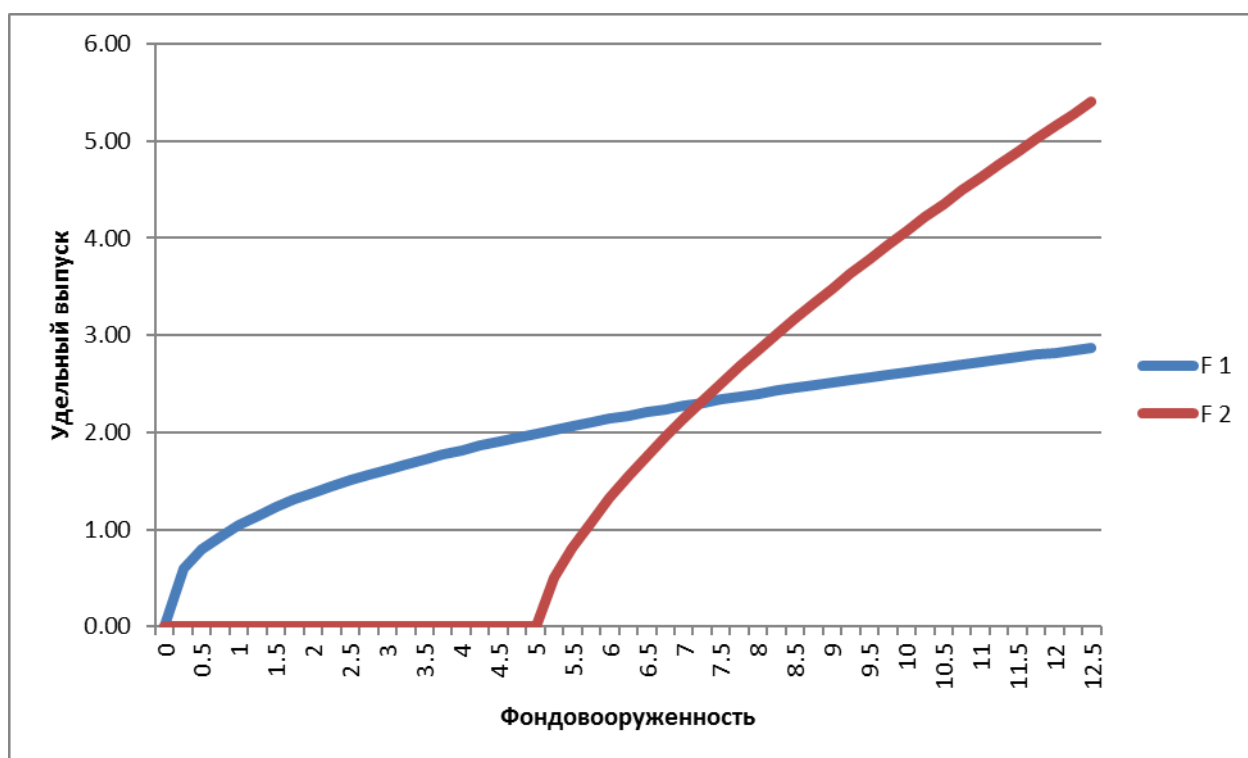


Рисунок 1 – Стилизованная экономика с двумя различными технологиями

Подобное стилизованное представление технологий можно найти в [2], [3]. На рисунке 1, F1 представляет собой «старую технологическую структуру», а F2 представляет собой «новую технологическую структуру». Мы можем представить F1 как совокупность сырьевых и углеродоемких отраслей, а F2 - как совокупность наукоемких производств характерных для «постиндустриальной» фазы развития (эти технологии также характеризуются существенно меньшими выбросами парниковых газов).

Производственные функции F_1 и F_2 зависят от затрат капитала, природных ресурсов и трудовых ресурсов. Объем производимой продукции по каждой из технологий определяться двумя факторами:

- интенсивность использования капитала (k_1 для старой технологической структуры k_2 для новой технологической структуры) и;
- рабочая сила в “старом секторе” (L_1) и рабочая сила в “новом секторе” (L_2).

Предполагая, что в течение переходного периода обе технологии (два сектора) могут сосуществовать и при условии линейной отдачи на трудовые ресурсы, используемые в каждом секторе, функция совокупного выпуска будет линейной комбинацией двух технологий. При заданных значениях k_1 и k_2 , распределение рабочей силы между двумя секторами будет определять общий объем производства $F(K, L)$:

$$F(K, L) = \max\{F_1(k_1)L_1 + F_2(k_2)L_2 \quad (1)$$

при условии

$$k_1 L_1 + k_2 L_2 \leq K \quad (2)$$

$$L_1 + L_2 \leq L \quad (3)$$

Решая (1)-(3), мы строим производственную функцию в форме верхней огибающей кривой f , которая соответствует максимальной производительности для каждой данной комбинации основного капитала и трудовых ресурсов (формальное решение проблемы для двух технологий было опубликовано [4]).

Верхняя огибающая кривая состоит из трех сегментов.

Первый сегмент огибающей производственной функции описывает период, когда в экономике страны присутствует только первая технологическая структура. Экономический рост в этот период, связанный с накоплением капитала в «старом секторе» и до тех пор, пока средняя капиталоемкость на единого работника будет ниже k^* , конечное производство будет определяться производственной функцией F_1 . Новые технологии, требующие значительного накопления капитала на единицу рабочей силы не конкурентоспособны на данном этапе развития. Стране лучше продолжать развивать старую технологическую структуру, пока накопление капитал не достигнет уровня k^*L . Тогда дальнейшие

инвестиции будут сосредоточены в новом секторе. Труд будет постепенно мигрировать из старого в новый сектор.

Второй отрезок представляет собой линейную комбинацию $F_1(k^*)$ и $F_2(k^{**})$, где доля труда, занятого в каждом секторе, определяется соответствующими весовыми коэффициентами. Агрегированное производство может быть выражено как $Y = AK + B$, что напоминает хорошо известные в литературе АК-функции. АК-функция является касательной к обеим функциям F_1 и F_2 в точках k^* и k^{**} . Оптимальное решение для (1)-(3) удовлетворяет следующему необходимому условию:

- Предельная производительность капитала должна быть одинакова для обеих технологий:

$$\frac{\partial F_1(k_1)}{\partial(k_1)} = \frac{\partial F_2(k_2)}{\partial(k_2)} \text{ for } k_1 = k^*; k_2 = k^{**} \quad (4)$$

- Аналогичное требование должно выполняться для предельной производительности трудовых ресурсов:

$$(F_1(k_1)/k_1 - \frac{\partial F_1(k_1)}{\partial(k_1)})k_1 = (F_2(k_2)/k_2 - \frac{\partial F_2(k_2)}{\partial(k_2)})k_2 \text{ для } k_1 = k^*; k_2 = k^{**} \quad (5)$$

Из (4) и (5) мы можем определить коэффициенты A и B :

$$\begin{aligned} A &= \frac{\partial F_1(k_1)}{\partial(k_1)} = \frac{\partial F_2(k_2)}{\partial(k_2)} \text{ для } k_1 = k^*; k_2 = k^{**} \\ B &= (F_1(k_1)/k_1 - \frac{\partial F_1(k_1)}{\partial(k_1)})k_1 = (F_2(k_2)/k_2 - \frac{\partial F_2(k_2)}{\partial(k_2)})k_2 \text{ для } k_1 = k^*; k_2 = k^{**} \end{aligned} \quad (6)$$

Третий сегмент опоясывающей производственной функции совпадает с функцией F_2 . После того, как агрегированная капиталоемкость экономики достигла k^{**} , старая технологическая структура полностью замещена новой структурой, и дальнейший рост осуществляется на основе увеличения капиталоемкости новой структуры.

Агрегированная производственная функция: $Y(K, L)$ удовлетворяет следующим условиям:

$$Y(K, L) = \left\{ \begin{array}{l} F_1\left(\frac{K}{L}\right)L, \frac{K}{L} \leq k^* \\ F_1(k^*)L_1 + F_2(k^{**})L_2, k^* < \frac{K}{L} < k^{**} \\ F_2\left(\frac{K}{L}\right)L, \frac{K}{L} \geq k^{**} \end{array} \right\} \quad (7)$$

Оптимальное перераспределение трудовых ресурсов описывается условиями (8):

$$L_1 = \frac{K - k^*L}{k^{**} - k^*} \text{ и } L_2 = \frac{k^{**}L - K}{k^{**} - k^*} \text{ для } k^* < \frac{K}{L} < k^{**} \quad (8)$$

Мобильность рабочей силы играет решающую роль в оптимальном переходе на новую технологическую структуру.

Утверждение 1: в детерминированной динамической модели оптимального роста с полной мобильностью трудовых ресурсов верхняя опоясывающая функция определяет максимально возможный объем производства для данного уровня накопления капитала и обеспеченности трудовыми ресурсами.

Даже если F_2 - выпукло-вогнутая функция, верхняя огибающая вогнута. Однако, если хотя бы одно из необходимых условий не соблюдается, огибающая функция не является вогнутой (например, вогнутой-выпуклой-вогнутой) функцией как LOW_ENV на рисунке 2.

На рисунке 2 представлены различные варианты агрегированной производственной функции для двухсекторной экономики.

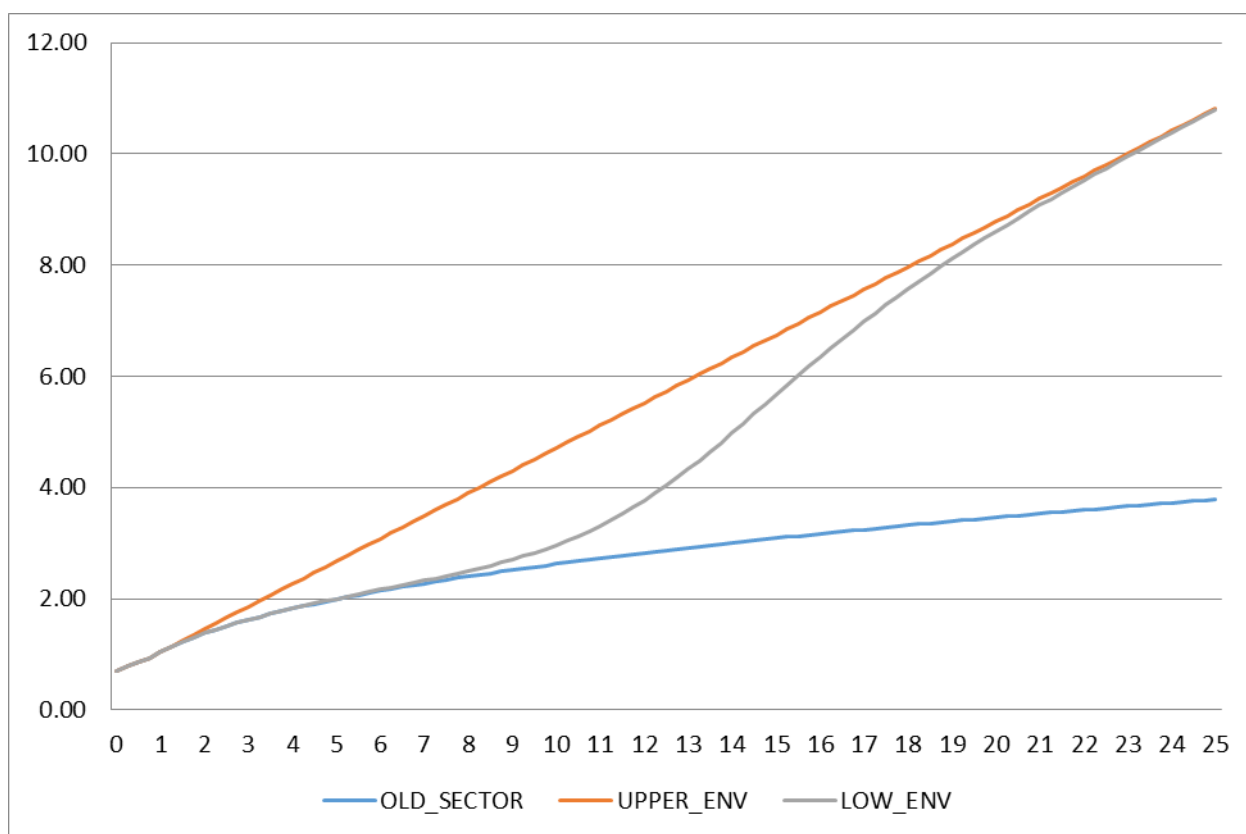


Рисунок 2 – Совокупное производство в двухсекторной экономике

UPPER_ENV представляет собой совокупное производство в случае отсутствия ограничений на распределение и перераспределение рабочей силы и капитала, предполагая, что оба сектора могут одновременно присутствовать в экономике и что совокупные продукты старого и нового секторов являются заменителями. Даже если продукты разные, они могут быть взаимозаменяемы с точки зрения полезности потребления, а также для открытой экономики экспорт и импорт помогает решить проблему замещения. LOW_ENV представляет собой агрегированную отдачу экономики, условия функционирования которой отклоняются от оптимальных. В этом случае производственная функция имеет как участки возрастающей отдачи от масштаба, так и убывающей.

Напомним, что развивающийся новый сектор представляет собой экономику, основанную на знаниях и накоплении человеческого капитала. Новые технологии производства требуют высококвалифицированной рабочей силы. Недостаточное предложение труда такого рода приводит к субоптимальному распределению ресурсов. Mayer-Foulkes [5] демонстрируют, что уровень образованных трудовых ресурсов в Мексике описывается распределением с двумя пиками. Это исследование демонстрирует неоднородность труда. Неоднородное распределение школьного образования (один пик соответствует высшему и среднему-специальному образованию, а другой - неполному

среднему) объясняет множественное равновесие и невозможность быстрой адаптации структуры занятости, что приводит к отклонениям от оптимальной траектории роста.

Согласно неоклассической теории, глобализация и усиление международной конкуренции в долгосрочной перспективе должны приводить к устойчивому повышению производительности, ускорению накопления капитала в странах с относительно низким уровнем капитала на душу населения и, следовательно, к ускоренному развитию менее развитых стран (теория конвергенции). Однако существование ловушки развития (замедление или остановка роста после достижения среднего уровня доходов) является статистически доказанным фактом, описанным в литературе как «клубная конвергенция».

Относительная недоступность или нехватка капитальных ресурсов и дефицит квалифицированной рабочей силы приводит к отклонению от оптимальной траектории развития. На агрегированном уровне это выражается в немонотонности второй производной производственной функции, что соответствует чередованию участков растущей и убывающей отдачи масштаба. Perälä [6] дает эмпирические доказательства того, что растущая отдача существует на агрегированном уровне. Автор предоставляет эмпирические доказательства наличия возрастающей отдачи масштаба внутри и между группами стран.

Недостаточный человеческий капитал (совокупность умений и навыков) является одной из важнейших причин ловушек развития и клубной конвергенции. Загрязнение окружающей среды, бедность, некачественная система здравоохранения и образования, все это замедляет развитие рабочей силы (см. [7] [8]).

Таким образом, экзогенное предложение высококвалифицированной рабочей силы, отклоняющийся от «идеального» процесса переопределения рабочей силы, является причиной относительно более низкой отдачи в развивающихся экономиках. Климатические изменения и формирующаяся глобальная климатическая политика также может послужить причиной стагнации экономики в окрестности ловушки роста. В следующем разделе мы продемонстрируем как климатические риски и риски, связанные с формированием климатической политики, могут еще в большей степени затормозить развитие.

3 Инвестиционные риски в модели Рамсея (климатическая политика и климатические изменения)

Начнем с простой спецификации модели с экзогенным воздействием изменения климата и климатической политики на экономику.

Критерий оптимизации - максимизация суммарной дисконтированной полезности от совокупного конечного потребления:

$$\int U(C_t) dt e^{-\rho t} \rightarrow \max \quad (9)$$

При условии выполнения бюджетного ограничения:

$$\dot{B} = r_t B_t - C_t \quad (10)$$

Абстрагируемся от доходов приносимых трудовыми ресурсами (заработной платы), тогда изменение активов B равно доходу, приносимому активами за вычетом потребления. Уравнение Эйлера имеет следующий вид:

$$r = \rho - \left(\frac{U''(C)C}{U'(C)} \right) \frac{\dot{C}}{C} \quad (11)$$

В случае с постоянным относительным неприятием риска (CRRA) функции полезности:

$$r = \rho + \eta g \quad (12)$$

Где η обозначает коэффициент относительного неприятия риска и g рост потребления. Величина r в выражении (12) часто называют ставкой дисконтирования Рамсея (Ramsey discount rate).

В нашей теоретической модели, разделенной на два мега-сектора существуют два разных типа активов, которые не взаимозаменяемы. Активы, соответствующие капиталу, накопленному в «старом» секторе и активы, аккумулирующиеся в новом секторе.

Сбережения должны быть инвестированы в производство обеспечивая предельную доходность, равную требуемой доходности по накопленным активам плюс амортизация капитала (δ):

$$F'(K) = r + \delta \quad (13)$$

B_1 обозначает активы, накопленные в старом секторе, а B_2 - активы, накопленные в новом секторе. В модели с двумя секторами предельная отдача от инвестиций должна быть одинаковой в обоих секторах:

$$F'_1(K_1) = F'_2(K_2) = r + \delta \quad (14)$$

Из-за уязвимости старого сектора к изменению климата доходы на активы, вложенные в старый сектор, подвержены постоянным колебаниям. Кроме того, эти доходы могут значительно сократиться в результате усиления климатической политики. Инвестиции в первый класс активов (старый сектор) могут потерять в их стоимости относительно ожидаемых оценок, если фактическое воздействие климатической политики и изменения климата окажется значительно сильнее чем ожидалось. Стоимость активов подчиняется статистическим закон распределения случайной величины и обычно описывается в литературе с помощью логнормального распределения. Для учета рисков вложения капитала в старые или новые технологии мы применяем метод анализа реальных опционов (Real Options Analysis), который позволяет рассчитать стоимость варианта отсрочки инвестиций в старый сектор. Инвестиции в «новый сектор» также имеют определенную степень риска. Надежды инвесторов на усиление климатической политики могут не сбыться, и тогда фактическая оценка активов окажется ниже ожидаемой.

Здесь следует отметить несколько обстоятельств которые важны для интерпретации полученных результатов. В целом ожидания бизнеса по поводу будущей климатической политики достаточно скромные. Как правило, бизнес рассчитывает на то, что климатическая политика будет относительно не жёсткой (низкий налог на выбросы парниковых газов и т.п.). В этом случае активы в углеродоёмких отраслях, скорее всего, переоценены. В то же время, активы в отраслях связанных с альтернативной энергетикой, скорее всего, недооценены. В этом случае воздействие климатической политики на изменение стоимости активов будет несимметрично для «старого» и «нового» секторов. Углеродоёмкие активы потеряют диспропорционально больше относительно ожиданий

бизнеса. Стоимость активов, которые выиграют от введения или усиления мер климатической политики, включая ВИЭ, поднимется диспропорционально высоко. Если учитывать это обстоятельство, то распределение стоимости углеродоёмких активов должно быть смещено влево и правый хвост распределения должен быть относительно коротким и тонким. Что касается активов, выигрывающих от усиления климатической политики, распределения их стоимости характеризуется длинным и толстым правым хвостом (в литературе такие распределения называются (*fat tailed distributions*)). Правильное описание распределения стоимости активов важно при выборе формулы для определения оценки реального опциона.

Инвестиции в старый сектор удовлетворяют условиям применения ROA вместо обычного правила выбора инвестиционного решения, основанного на использовании математического ожидания отдачи проекта:

- решение принимается в условиях неопределенности;
- выполняется условие необратимости инвестиций, т.е. капитал, инвестированный в старый или новый сектор, не может быть перераспределен в будущем, когда будет ясна его фактическая отдача;
- сохраняется возможность инвестирования в старый или новый сектор в будущем, когда появится новая информация важная для принятия инвестиционного решения.

Откладывая реализацию проекта, инвестор теряет текущие доходы. В тоже время инвестор избегает риск потерять вложенный капитал вследствие изменений климатической политики. В литературе такие потери называются *sunk cost*.

В работе [10] решена проблема динамической стохастической оптимизации, которая удовлетворяет трем вышеперечисленным условиям (максимизация ожидаемого значения доходности инвестиций) и найдено аналитическое решение проблемы относительно дисперсии отдачи от рискованных инвестиций. Используя этот результат, мы можем подставить аналитическое решение в детерминированную модель динамической оптимизации и решить ее вместо модели стохастической динамической оптимизации и, следовательно, значительно упростить анализ оптимального решения и численные эксперименты с моделью. С учетом этой модификации в правиле принятия решений о капиталовложениях мы учитываем скорректированную на риск оценку капитала, которая включает в себя два компонента:

- стоимость кредита во вложения не подверженные риску (Risk free rate) r ;

- экономическая оценка возможности отложить инвестиции (Value of waiting to invest) $V(\bar{B}_1)$

где B_1 обозначает математическое ожидание отдачи активов в старом секторе, которая в свою очередь зависит от стоимости кредитив в безрисковые вложения и дисперсии отдачи капитала;

Мы называем экономическую оценку откладывания инвестирования $V(\bar{B}_1)$ опцион на откладывание инвестиционного проекта (a deferral option) в старом секторе. Введение опции отсрочки позволяет значительно упростить задачу динамической стохастической оптимизации и решить детерминированную проблему вместо стохастической.

Согласно простой формуле, предложенной в [10], при заданной стоимости активов в старом секторе стоимость опциона отсрочки на дополнительных инвестициях $V(\bar{B}_1)$ удовлетворяет следующему условию (см. также [11]):

$$V(\bar{B}_1) = M\bar{B}_1^\beta \quad (15)$$

$$\text{где } \beta = 0.5 \left[1 + \sqrt{1 + \frac{8r}{\sigma^2}} \right] \quad (16)$$

и σ обозначает стандартное отклонение прибыли от инвестиций, выраженное в кратном ожидаемом значении (т. е. σ - волатильность отдачи на капитал или нормированное стандартное отклонение).

В этом случае предельная отдача инвестиций в активы в старом секторе должна превышать норму прибыли от без рискованных инвестиций на величину оценки опциона отсрочки:

$$r_1 = r + V(\bar{B}_1) = \rho + \eta g + V(\bar{B}_1) \quad (17)$$

Правило инвестирования в новый сектор может быть сформулировано аналогично, но для простоты мы абстрагируемся от рисков при вложении в новый сектор: $r_2 = r$.

Далее из (6) и (9):

$$F'_1(K_1) = r + \delta + V(\bar{B}_1) \text{ и } F'_2(K_2) = r + \delta \quad (18)$$

Следовательно,

$$F'_1(K_1) = F'_2(K_2) + V(\bar{B}_1) \quad (19)$$

Из (9) следует, что математическое ожидание (номинальная отдача) уязвимой технологии должна быть выше отдачи безрисковой технологии. Разница равна величине оценки риска, измеряемой при помощи оценки стоимости реального опциона. В результате мы модифицировали уравнения движения (накопления) капитала как для старого, так и для нового секторов экономики.

Воздействие постоянных шоков на производительность капитала (permanent productivity shocks) обсуждалось Голлье и Вайцманом (так называемый пазел (или парадокс) Голлье-Вейцмана). Согласно [12], номинальная доходность капитала в старом секторе должна превышать безрисковую отдачу активов r плюс амортизацию δ , чтобы компенсировать риск воздействия на величину оценки риска. Этот вывод согласуется с нашими результатами, полученными с применением метода реальных опционов. Обратная сторона парадокса Голлье-Вейцмана (см. [12]) - это отношение между постоянными шоками на производительность капитала, связанными с изменением климата и долгосрочной учетной ставкой процента (безрисковая отдача капитала), которые должны быть равны минимально возможной отдаче активов определенной на множестве всех возможных реализаций климатической политики и климатических изменений (вся совокупность возможных реализаций случайных шоков). Внедрение нового сектора создает очевидную ограниченность в отношении долгосрочной ставки дисконтирования, которая не может быть ниже, чем риск безрисковой доходности активов, вложенных в новый сектор.

Новый сектор подвержен шокам продуктивности в меньшей степени чем старый сектор, более того, как мы говорили выше, в реальности этот сектор скорее всего подвержен позитивным шокам продуктивности. Его фактическая отдача может оказаться выше ожидаемой в случае введения климатической политики или усиление существующей климатической политики.

4 Условия, препятствующие достижению наивысшей точки равновесия

Детальное обсуждение причин возникновения ловушек бедности и ловушек развития можно найти в [2]. [13] подробно описывают механизм клубной конвергенции. [14] и [15] представляют исчерпывающие эмпирические подтверждения этой теории базирующейся на не единственности решения оптимальной модели роста [16].

Локальная возрастающая отдача масштаба объясняет участки вогнутости производственной функции и ее вогнуто-выпуклую форму. Это, в свою очередь, приводит к множественному равновесию. Комплементарность является одной из нескольких причин возрастающей отдачи от масштаба. Комплементарность человеческого капитала, знаний и распространение новых технологий была впервые отмечена Ромером (см. [17]).

Конвергенция в более высокий или более низкий стационарный режим зависит от нескольких факторов, которые включают первоначальный запас капитала, ставку дисконтирования, процентную ставку, рост населения и т. д.

[18] [19] [20] [21] установили существование точек безразличия, или точек Skiba в моделях оптимального управления с несколькими устойчивыми состояниями. В точке Skiba ответственный за принятие решений безразличен между выбором траекторий, которые приводят к разным стационарным состояниям. В литературе такой порог также называется DNS-точками. Эффект порога имеет решающее значение для концепции DNS. В зависимости от начального капитала фондовая экономика может сходиться к более высокому или более низкому устойчивому состоянию. На рисунке 3 изображена выпукло-вогнуто-выпуклая функция и демонстрируется пороговый эффект.

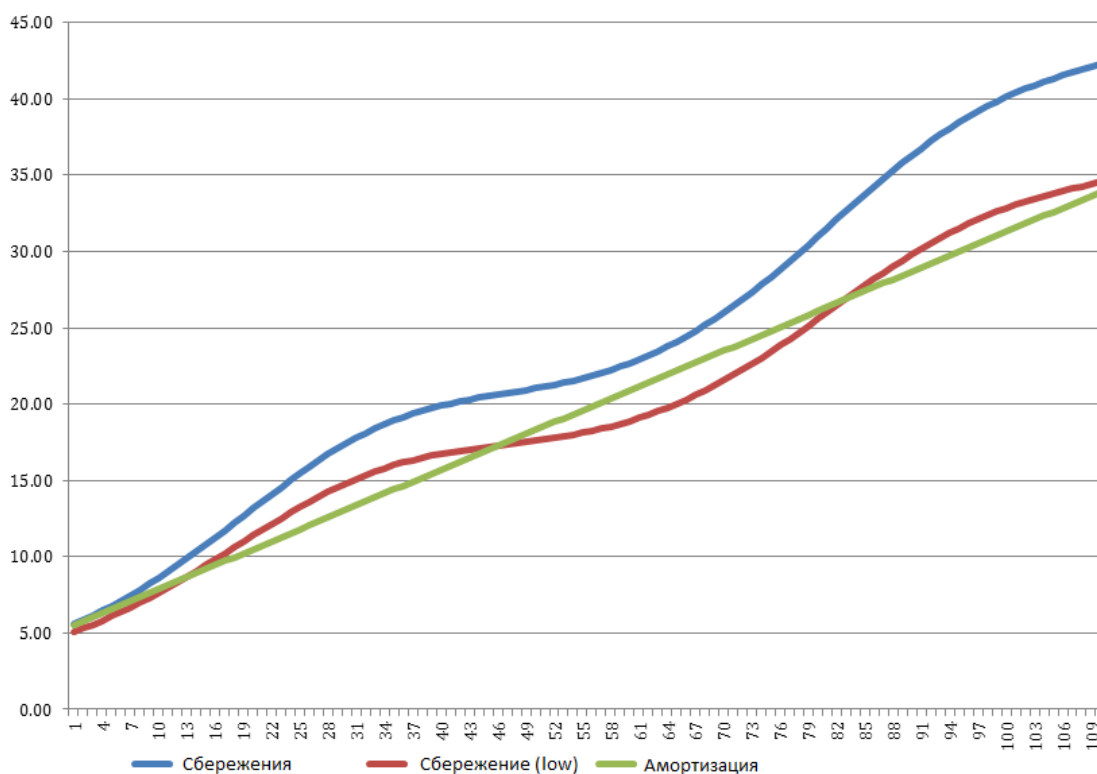


Рисунок 3 – Множественность стационарного решения и эффект порогов

Норма накопления и ставка дисконта определяют положение «кривой инвестиций». Положение этой кривой и уровень накопленного капитала определяет в какой стационарный режим перейдет экономика.

Из (19) следует, чем выше степень риска, тем ниже значение K . Если рассматривать экономику России как открытую экономику, то значения дисконта и безрисковая ставка процента — экзогенные параметры и вложения капитала в Российскую экономику определяются только их степенью рискованности и не связаны с накоплениями. Поэтому даже при высоком уровне образования и аккумуляции ресурсной ренты Россия может испытывать недостаток капитала необходимого для перехода к наивысшей точке равновесия. Экспорт капитала свидетельствует о том, что потенциальные инвесторы предпочитают менее рискованные сферы вложения капитала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Зависимость российской экономики от экспорта и использования углеводородного топлива определяет высокую степень рискованности долгосрочных инвестиций в экономику страны. Ослабление этой зависимости является важнейшим условием перехода экономики России к наиболее высокой стадии постиндустриального развития. Наличие квалифицированной рабочей силы представляется важной предпосылкой для перехода на постиндустриальное развитие, тем не менее ориентация на ресурсно-сырьевые отрасли экономики и компенсация отсутствия или недостатка частных инвестиций путём предоставления государственных субсидий ресурсоемким отраслям, с одной стороны, усугубляет проблемы зависимости российской экономики от сырьевых и углеродоемких отраслей, а с другой стороны, не создаёт условий для накопления капитала в наукоёмких отраслях. В данной работе приведены теоретические основы моделирования долгосрочного роста российской экономики. Следующим этапом должно быть проведения количественного анализа с целью количественной оценки рисков, связанных с продолжением ориентации на ресурсные сектора, а также обоснование стратегии такого перехода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Голуб А. Факторы роста российской экономики и перспективы технического обновления // Вопросы экономики, Vol. 5, 2004. pp. 44-58.
2. Azariadis C..&S.J. Chapter 5 poverty traps // In: Handbook of economic growth. 2005.
3. Kraay A..&R.C. Poverty traps, aid, and growth // Journal of Development Economics, Vol. 82, No. 2, 2007. pp. 315-347.
4. В.Н. Герасимович А.А.Г. Методология экономической оценки природных ресурсов. 1988.
5. Mayer-Foulkes D. The human development trap in México // World Development, Vol. 36, No. 5, 2008. pp. 775-796.
6. Perälä M.J. Increasing returns in the aggregate: Fact or fiction? // Journal of Economic Studies, Vol. 35, No. 2, 2008. pp. 112-153.
7. Gong L..L.H..W.D..&Z.H. Health, taxes, and growth // Annals of Economics and Finance, Vol. 11, No. 1, 2010. pp. 73-94.
8. Semmler W..&O.M. On poverty traps, thresholds and take-offs // Structural Change and Economic Dynamics, Vol. 18, No. 1, 2007. pp. 1-26.
9. Golub A.A.T.M. Climate Change, Industrial Transformation, and “Environmental Growth Traps” // Environmental and resource economics, Vol. 63, No. 2, 2016. pp. 249-263.
10. Pindyck R. D.A. Investment under uncertainty. 1994.
11. Pindyck R. Fat Tails, Thin Tails, and Climate Change Policy // Rev Environ Econ Policy, Vol. 5, No. 2, 2011. pp. 258-274.
12. Gollier C. A theory of rational short-termism with uncertain betas. 2013: Institut d'Économie Industrielle (IDEI), Toulouse, IDEI Working Papers.
13. Sala-i-Martin R.J.B.A.X. Economic Growth. 2003.
14. Galvao Jr. A.F..M.R.G..&O.J. A panel data test for poverty traps // Applied Economics. 2013. Vol. 45. No. 14. pp. 1943-1952.
15. Vollmer S H.H.K.F.K.S.C.D. The Emergence of Three Human Development Clubs // PLOS ONE. 2013. Vol. 8. No. 3.
16. Graham B.S..&T.J.R.W. Rich nations, poor nations: How much can multiple equilibria explain? // Journal of Economic Growth. 2006. Vol. 11. No. 1. pp. 5-41.
17. Romer P. The origins of endogenous growth // Journal of Economic Perspectives. 1994. Vol. 8. No. 1. pp. 3-22.

18. Sethi S.P. Nearest feasible paths in optimal control problems: Theory, examples, and counterexamples // Journal of Optimization Theory and Applications. 1977. Vol. 23. No. 4. pp. 563-579.
19. Sethi S.P. Optimal advertising policy with the contagion model // Journal of Optimization Theory and Applications. 1979. Vol. 29. No. 4. pp. 615–627.
20. Skiba A.K. Optimal growth with a convex-concave production function // Econometrica. 1978. Vol. 46. No. 3. pp. 527–539.
21. Dechert W.D.A.K.N. A complete characterization of optimal growth paths in an aggregated model with a non-concave production function // Journal of Economic Theory. 1983. Vol. 31. No. 2. pp. 332-354.