

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

Гвоздева М.А., Лысюк М.В., Любимов И.Л.

**Атлас экономической сложности российских
регионов: вопросы методологии**

Москва 2017

Аннотация. Диверсификация экономики, переход от экспорта простых товаров к более сложным, является фундаментальным подходом к экономическому развитию. Если насчет экономического развития через диверсификацию достигнут консенсус и среди представителей академии, и среди представителей власти, то насчет того, какие отрасли должны быть выбраны в первую очередь, похожего согласия нет. Выявление новых экспортных отраслей часто не основано на фундаментальном научном подходе, и нередко отражает желание создать столько новых отраслей, сколько возможно, заполнив все ячейки в таблице затраты-выпуск в кратчайшие сроки. Мировая практика не знает подобных прецедентов, при этом мировой опыт указывает на другие, градуалистские и более успешные стратегии экспортной диверсификации. В этой работе будет рассмотрен подход к региональной диверсификации, основанный на мировом историческом опыте и современных научных методах.

Гвоздева М.А. научный сотрудник лаборатории исследований проблем экономического роста ИПЭИ Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации.

Лысюк М.В. научный сотрудник лаборатории исследований проблем экономического роста ИПЭИ Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации.

Любимов И.Л. старший научный сотрудник лаборатории исследований проблем экономического роста ИПЭИ Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации.

Данная работа подготовлена на основе материалов научно-исследовательской работы, выполненной в соответствии с Государственным заданием РАНХиГС при Президенте Российской Федерации на 2016 год.

Содержание

Введение.....	4
Глава 1. Методологические вопросы построения атласа экономической сложности российских регионов.....	9
1.1 Определение продуктовой кластеризации экспортных корзин регионов..	9
1.2 Определение «центральности» (близости до технологичной части мирового продуктового пространства) экспортных корзин регионов	17
1.3 Визуализация и составление части атласа продуктового пространства...	18
Заключение	32
Список использованных источников	38

Введение

В соответствии со взглядом Хекшера-Олина [1], специализация на экспорте товаров, в которых экономика обладает сравнительными преимуществами, является рецептом для ускорения экономического роста. В свою очередь, сравнительные преимущества определяются структурой факторов производства, которая досталась некоторой экономике. Например, страна, в которой доминирующим фактором производства является простой труд, благодаря международной торговле, существенно расширяющей спрос на товары, которые производит отдельная страна, может совершать косвенный арбитраж этого фактора, продавая изготавливаемые при помощи труда товары в те страны, где труд стоит дороже. К последним относятся экономики, наделенные сравнительно большим запасом капитала, благодаря которому спрос на труд, а также его стоимость, становятся выше. Таким образом, в соответствии со взглядом Хекшера-Олина, экспортная специализация является стратегией, позволяющей экономике получать более высокий доход. Благодаря этому доходу, экономика может сберегать и накапливать капитал, чтобы получить возможность для производства капиталоемкого товара и увеличить уровень своего благосостояния.

Однако такой взгляд на экономический рост может показаться упрощенным [2]. Экономический рост представляет собой сложный процесс, ключевой частью которого является появление в развивающейся экономике ноу-хау — знания о том, каким образом производить и экспортировать более сложные товары. Одно лишь накопление капитала не гарантирует этого результата, хотя и является необходимым ингредиентом для выпуска более сложных, капиталоемких товаров. Получение же нового ноу-хау во многом определяется содержанием сегодняшнего ноу-хау, которым обладает некоторая экономика. Если экспортная корзина страны главным образом состоит из производства тропических фруктов или природного сырья, появление в ней ноу-хау в области производства крупных торговых судов крайне маловероятно. Таким образом, экономическое развитие в значительной мере определяется индустриальным эффектом колеей: то, что экономика сможет экспортировать в будущем, во многом зависит от того, что она умеет экспортировать сегодня.

Этот взгляд отражен в нескольких работах, в частности, в [3] и [4], в которых возможность усложнения экспортной корзины и дальнейший экономический рост связываются со структурой сегодняшнего экспорта. Способность экспортировать некоторый товар сегодня означает, что в некотором ближайшем будущем экономика сможет экспортировать похожие товары, близкие с точки зрения производственных ингредиентов, используемых для выпуска и экспорта товара, уже производимого экономикой. Например, если страна уже имеет экспортную обувную отрасль, способную производить ботинки, вероятно, она также сможет производить и спортивную обувь. В том случае, если экспортное производство некоторой экономики представляет из себя изолированный товарный кластер, слабо соединенный с другими экспортными товарами, дальнейшая диверсификация экономики может оказаться затруднительной.

Российская экономика также нуждается в диверсификации, и не только потому, что ее традиционные экспортные товары — нефть, газ и прочее сырье — отличаются высокой ценовой волатильностью на международном рынке, тем самым приводя к волатильности и экспортных доходов, но и потому, что сырьевых доходов вряд ли хватит для того, чтобы Россия, с учетом размера ее населения, смогла стать устойчивым представителем группы богатых экономик. Для достижения последней цели к ее экспортной корзине следует добавить другие товары, которые помогут увеличить экспортную выручку российской экономики. Важность последней для экономики России определяется тем обстоятельством, что российская индустрия не обладает достаточным ноу-хау для удовлетворения значительной доли потребностей населения в современных товарах и услугах. Последние необходимо покупать на мировом рынке, оплачивая импорт при помощи экспортной выручки. Альтернатива в виде импортозамещения едва ли является правдоподобной стратегией, так как носителей ноу-хау, при помощи которого экономика способна производить недостающие ей товары и услуги, в России нет для значительного числа товаров и услуг.

Таким образом, если российская экономика намерена устойчиво переместиться в группу богатых стран, а также постепенно продвигаться в этой группе в направлении наиболее богатых стран мира, ей необходима экспортная диверсификация.

Рассмотрение возможности диверсификации экспортной корзины возможно не только на страновом, но и на региональном уровне. В частности, в работе [5] оценивается сложность экспортных корзин российских регионов, а также потенциал развития их экспорта. В этой работе экспорт российских регионов рассматривается наравне с экспортом стран мира, что позволяет точнее оценить региональный экспорт в России с точки зрения сложности составляющих его товаров. Еще одна работа [6] также оценивает уровень экономической сложности региональных корзин, кроме того, в ней оценивается потенциал их развития, однако в отличие от предыдущей работы авторы не используют экспортные данные стран наряду с данными для экспорта российских регионов, ограничиваясь лишь региональными данными. В работе [7], при помощи показателей, измеряющих потенциальные уровни душевых ВРП, которые могут достичь региональные экономики при сегодняшнем составе их экспортных корзин, а также составленных при помощи них более сложных показателей экспортного потенциала [3, 4], авторы оценивают возможные темпы роста региональных экономик, а также факторы, потенциально оказывающие на них влияние.

Однако ни в одной из этих работ не рассматривается в деталях экспортная роль каждого региона, а также возможность их экспортной диверсификации. Такое рассмотрение, однако, может оказаться полезным в случае необходимости составления российскими регионами стратегий экспортного развития. Произвольный выбор направлений диверсификации опасен тем, что для экспорта товаров, принадлежащих выбранным направлениям, региональным экономикам может не доставать ноу-хау, а также других производственных ингредиентов, необходимых для выпуска и экспорта новых товаров. В таком случае попытки добавления новых товаров в экспортную корзину региона могут оказаться не слишком успешными и чрезмерно дорогостоящими. Формирование атласа экономической сложности регионов России, с указанием как текущего состояния экспортных корзин российских регионов, так и наиболее доступных направлений их экспортной диверсификации, может оказаться полезным с точки зрения получения базовых оценок шансов на установление тех или иных новых экспортных производств в некотором регионе.

Для построения атласа экономической сложности российских регионов, методологически мы используем подход, указанный в работе [8]. С точки зрения

стратегии оценки экономической сложности, потенциала усложнения экспортной корзины, а также основных направлений диверсификации, мы используем работу [5]. В последней, данные об экспорте российских регионов рассматриваются вместе с данными об экспорте стран мира. Такая стратегия оценки выбрана потому, что метод, указанный в работе [8], более точен в том случае, когда об экспортируемых товарах и участвующих в международной торговле экономиках собрана максимальная информации. Метод, о котором в больших деталях будет говориться ниже, предлагает способ измерения сложности экономик, а также экспортируемых товаров, при помощи составления оценок уровня диверсификации экономик, частоты, с которой товары встречаются в экспортных корзинах различных стран мира, распространенности товаров, входящих в экспортную корзину некоторой страны и т.д. Например, если некоторый товар часто встречается в экспортных корзинах разных стран, скорее всего, это простой товар, для выпуска и экспорта которого не требуется продвинутого ноу-хау, так что даже страны, не отличающиеся большим запасом производственных знаний и не характеризующиеся выпуском сложных товаров, в состоянии его производить и экспортировать. С другой стороны, если товар встречается в экспортных корзинах довольно редко, ошибочным было бы с уверенностью предполагать, что это сложный товар. Невысокая распространенность товара может всего лишь отражать его географическую редкость. В частности, алмазы не являются сложным, технологичным товаром, однако они встречаются сравнительно редко. Когда данные об экспортируемых товарах трансформированы в обезличенные значения, отражающие лишь интенсивность экспорта некоторого товара отдельной экономикой — а именно такие данные используются в подходе [8] - дополнительные данные об экспортируемых товарах становятся более ценными, так как большой размер данных позволяет сделать более точное заключение о редкости товара, а также о об экономиках, которые его экспортируют. В частности, если некоторые страны главным образом экспортируют распространенные, т.е. скорее всего простые товары, редкий товар, также входящий в их экспортную корзину, вероятно является природным ресурсом, распространение которого ограничено по географическим, а не технологическим причинам.

Поэтому мы дополняем данные об экспорте российских регионов данными об экспорте стран мира: это позволяет нам лучше охарактеризовать товары, входящие в экспортные корзины российских регионов, с точки зрения их сложности.

Мы также подчеркиваем ограничения используемого метода и сделанных при помощи него оценок, связанных с отсутствием детальных данных о разделении товаров на вклад той или иной страны или региона в добавленную стоимость торгуемого товара. В то время, когда доля товаров, ступени производства которых разделены между несколькими странами, в международной торговле становится все выше, оценка доли участия той или иной страны в экспорте товара становится все более важной. Если игнорировать это обстоятельство, экономика, которая всего лишь занимается конечной сборкой некоторого товара и его дальнейшей продажей на международном рынке, будет восприниматься как страна, способная производить товар целиком, что будет неизбежно приводить к завышенной оценке ноу-хау, которым располагает такая экономика. Однако ввиду отсутствия детальных данных о распределении добавленной стоимости, составляющей цену некоторого товара, по участвующим в его производстве странам, пока остается лишь допускать подобные неточности и довольствоваться тем, что метод позволяет отделить явных лидеров экономической сложности, от явных аутсайдеров.

1. Определение продуктовой кластеризации экспортных корзин регионов

Диверсификация и усложнение экспортной корзины – сложный и длительный процесс, который во многом определяется состоянием экспортной корзины некоторой экономики в начальный период времени. Чем проще экспортная корзина страны, тем сложнее такой экономике диверсифицировать и усложнять свой экспорт. Кроме состояния экспортной корзины в начальный момент времени, шансы на успешное усложнение экспортной корзины также зависят от выбранной стратегии экспортной диверсификации.

Как правило, экономики диверсифицируют и усложняют свой экспорт за счет добавления в свои корзины товаров, близких к тем, которые они уже производят и экспортируют. Например, если экономика уже экспортирует несколько наименований мебели, она с большей вероятностью сможет также экспортировать и другие наименования мебели, чем скоростные поезда: ведь для производства и экспорта мебели в этой экономике уже есть инфраструктура, оборудование, квалифицированные рабочие, поставщики материалов, дизайнеры, сертификаты и другие производственные ингредиенты, в то время как для производства скоростных поездов в этой стране нет почти никаких производственных факторов.

Таким образом, добавляя к текущей экспортной корзине новые товары, соседствующие с товарами, которые экономика уже может экспортировать, страна может попробовать усложнить свою экспортную корзину. Однако даже если экономика сможет диверсифицировать свой экспорт за счет товаров, близких к тем, которые она уже производит и экспортирует, такой результат не может гарантировать достижения развивающейся экономикой уровня диверсификации и сложности экспорта, свойственного развитой стране. Ниже мы рассуждаем о сложностях, которые могут возникнуть в процессе усложнения экспортной корзины, используя две метафоры - добавления букв к имеющемуся запасу для формирования более сложных слов, а также перемещения между разными группами деревьев – для формирования интуиции о процессе диверсификации и увеличения уровня экономической сложности.

Представим себе, что производственные ингредиенты, используемые для выпуска экспортных товаров, сопоставимы с буквами, которые знает некоторый индивид. Если у индивида мало букв, он сможет составить небольшое количество слов, и эти слова будут простыми, если простота слова определяется не его когнитивной нагрузкой, а длиной. Допустим, у индивида есть всего три буквы: т, о и к. Из них можно составить всего четыре простых слова: ток, кот, от и то. Если мы добавим еще одну букву, например, букву р, то сделаем корзину слов сложнее и многообразнее, так как из этих букв можно составить больше слов: в дополнение к тем словам, которые составляются при помощи букв т, о и к, также можно составить слова рот, ор, крот, тор, орк. Нетрудно заметить, что с добавлением букв слова становятся многообразнее и сложнее. Появление новых букв снова увеличит многообразие и сложность слов. Таким образом, индивиды, у которых мало букв, то есть, проводя параллель с экономиками, мало экспортных ингредиентов, способны делать лишь небольшое число сравнительно простых слов. Иными словами, уровень диверсификации их экспортных корзин, а также их сложность, ограничены. Экономически более развитые страны содержат много «букв», то есть обладают большим числом производственных ингредиентов, и могут изготавливать большое число товаров, часть из которых является сложными.

Однако в отличие от процесса обучения алфавиту и пополнения словарного запаса, процесс добавления новых экспортных ингредиентов и производства и экспорта новых и более сложных товаров намного более продолжителен и сложен. Получить большое число «букв», т.е. производственных ингредиентов, за сравнительно короткий срок невозможно: для этого у развивающейся экономики вряд ли хватит финансовых ресурсов, а также возможностей для накопления ноу-хау, являющегося длительным, затратным и неопределенным процессом. Скорее всего, развивающаяся экономика сможет добавлять лишь небольшое количество «букв» к тем «буквам», которыми она уже располагает. Это позволит ей медленно и постепенно увеличивать число и сложность «слов», т.е. экспортных товаров, которые могут быть составлены. Лишь на длительных горизонтах, измеряющихся многими годами и десятилетиями, развивающаяся экономика сможет в значительной мере увеличить уровень своей экономической сложности.

Однако проблема с развитием экспортного производства заключается не только в долгосрочном характере диверсификации и усложнения экспортной

корзины. Дело также в том, что развивающаяся страна должна найти именно те товары, которые она попытается добавить в свою корзину для того, чтобы в конечном итоге создать диверсифицированную и сложную экспортную корзину, похожую на экспорт развитых государств. К сожалению, экономике не только не гарантирована, а скорее наоборот, маловероятна скорая концентрация на производстве и экспорте товаров, намного более сложных, чем те, что в настоящий момент экспортируются развивающейся экономикой, но и не гарантирован правильный выбор сравнительно простых направлений диверсификации, способный привести экономику к усложнению экспортной корзины на длинном горизонте.

Чтобы проиллюстрировать это, можно использовать две метафоры. Первая метафора, в которой используются буквы и слова, уже была рассмотрена нами выше для цели иллюстрации процесса диверсификации экспорта. Продолжим измерять сложность слова не при помощи его редкости в используемой речи, а при помощи его длины, в байтах, таким образом вновь получая результат, состоящий в том, что более длинные слова очевидно являются и более сложными. Например, слово «динамика», хотя и является по своей когнитивной нагрузке более сложным, чем слово «сковородка», однако именно последнее слово является более длинным, и поэтому считается более сложным. А слово «кот» из-за своего небольшого размера является значительно более простым, чем слова «динамика» и «сковородка». Таким образом, если у страны есть лишь буквы о и т, и она экспортирует простые слова «от» и «то», то она совершенно определенно не сможет изготавливать и экспортировать слово «сковородка». У страны гораздо больше шансов научиться «экспортировать» слово «кот», т.е. добавить к экспортной корзине близкий товар – ведь у нее уже есть «ингредиенты» о и т - для чего ей надо создать «ингредиент», соответствующий букве к. Затем, добавив букву р, экономика сможет «выпускать» и «экспортировать» слово «крот». Добавление еще одного «ингредиента», буквы у, позволит «экспортировать» слово «курорт» и т.д. Создав большое количество «ингредиентов», которым соответствуют буквы, экономика впоследствии сравнительно легко сможет «произвести» и «экспортировать» слова «динамика» и «сковородка». Однако, что стоит подчеркнуть еще раз, важным является выбор следующего слова, которое страна хотела бы «производить» с целью диверсификации и усложнения своего «экспорта». Очевидно ли, что к первоначальным буквам о и т стоит добавлять именно букву к, а не, скажем, м? При

помощи буквы м можно получить слова «мот», «том» и «ом», а добавив позже к буквам т, м и о букву а, можно получить слова «атом», «там», «мат».

В некоторых ситуациях, начальное положение некоторой «экономики» может не позволить увеличить сложность слов даже при добавлении новых букв. Например, если у «экономики» есть буква ь, добавление любой буквы не принесет результата, потому что слов, являющихся комбинацией буквы ь и любой другой буквы, не существует. Последний пример может служить отражением экономики, экспортирующей сравнительно редкий природный ресурс, опыт добычи и экспорта которого не дает никаких преимуществ для производства и экспорта других товаров.

Вторая метафора состоит в сравнении продуктового пространства с лесом, состоящим из групп деревьев, находящихся на большем или меньшем отдалении друг от друга. Группы деревьев отражают кластеры тех или иных торгуемых на международном рынке товаров. Предположим, что некоторая группа деревьев заселена обезьянами, т.е. некоторая экономика содержит товарный кластер и способна экспортировать соответствующие ему товары. Если обезьяны хотят переместиться на другую группу деревьев, то есть если некоторая экономика хочет освоить новый кластер экспортных товаров, то это возможно сделать с соседними группами деревьев, и достичь даже соседних групп нелегко, если они расположены на значительном расстоянии от той группы деревьев, на которой обитают обезьяны в настоящее время. Экономики, производящие простые товары, например, добывающие некоторые виды сырья, могут находиться на значительном расстоянии даже от других простых кластеров, или, используя метафору, групп деревьев. Наоборот, если группа деревьев находится в самой гуще леса, достичь других групп деревьев не составляет большого труда: расстояния между группами деревьев минимальны, вполне возможно, что они касаются друг друга, одна группа переходит в другую. Таким образом, сложные экономики, обладающие многими экспортными ингредиентами, имеют больше шансов к освоению новых экспортных кластеров.

Подводя итоги, диверсификация и усложнение экспорта представляет собой сложный процесс, в котором важную роль играет «эффект колеи» - влияние состояния настоящих характеристик на будущее развитие экономики. В случае цели увеличения экономической сложности страны речь идет о состоянии экспортной корзины рассматриваемой экономики: чем экспортная корзина проще, а также хуже связана с другими товарными группами, тем меньше шансов у такой страны достичь

диверсификации и усложнения экспорта, тем скорее эта страна останется с той экспортной корзиной, которой она располагает в начальном состоянии.

Метод, описание которого содержится в работе [8], оценивает сложность и потенциал усложнения экспортных корзин стран, а также сложность отдельных товаров, используя определение выявленных сравнительных преимуществ (см. [9]), соответствующее следующему выражению:

$$RCA = \frac{\frac{x_{c,i}}{\sum_i x_{c,i}}}{\frac{\sum_c x_{c,i}}{\sum_{c,i} x_{c,i}}}, \quad (1)$$

где $x_{c,i}$ обозначает размер экспорта товара i , экспортированного страной c .

$$RCA = \frac{\frac{x_{c,i}}{\sum_i x_{c,i}}}{\frac{\sum_c x_{c,i}}{\sum_{c,i} x_{c,i}}}$$

Числитель выражения (1), таким образом, отражает долю товара i , экспортированного страной c , в общем экспорте страны c . В свою очередь,

$$RCA = \frac{\frac{x_{c,i}}{\sum_i x_{c,i}}}{\frac{\sum_c x_{c,i}}{\sum_{c,i} x_{c,i}}}$$

знаменатель выражения (1) отражает долю товара i в мировом

$$RCA = \frac{\frac{x_{c,i}}{\sum_i x_{c,i}}}{\frac{\sum_c x_{c,i}}{\sum_{c,i} x_{c,i}}}$$

экспорте. Таким образом, выражение (1) определяет уровень выявленных сравнительных преимуществ как долю экспорта некоторого товара в общем экспорте страны в сравнении с долей экспорта этого товара во всем мировом экспорте. Если этот уровень превышает единицу, т. е. если экспорт некоторого товара играет большую роль в экспорте страны по сравнению с его ролью в мировом экспорте, то предполагается, что в торговле этим товаром экономика обладает выявленными сравнительными преимуществами. В противном случае, делается предположение о том, что выявленных сравнительных преимуществ в экспорте товара у страны нет. Такое разграничение нужно для того, чтобы избавиться от маржинального экспорта, когда экономика экспортирует всего несколько единиц некоторого товара, при том, что роль этого товара в мировом экспорте значительно выше.

Благодаря правилу, в соответствии с которым выявленным сравнительным преимуществом экономики в производстве некоторого товара считается уровень RCA, превышающий единицу, данные, отражающие выявленные сравнительные преимущества можно трансформировать в бинарную переменную, присваивающую ноль экспорту некоторого товара экономикой в том случае, если у страны нет сравнительных преимуществ в торговле этим товаром, и единицу в противном случае.

В результате, экономика может быть описана при помощи вектора из нулей и единиц, где ноль указывает на то, что экономика не продает некоторый товар на уровне выявленных сравнительных преимуществ, а единица — что напротив, выявленные сравнительные преимущества у страны есть.

В результате, экспорт разных стран может быть отражен при помощи следующей матрицы:

$$M = \begin{matrix} & \begin{matrix} C/P & A & B & C & D \end{matrix} \\ \begin{matrix} I \\ II \\ III \\ IV \end{matrix} & \begin{matrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{matrix} \end{matrix} \quad (2)$$

Например, страна A обладает выявленными сравнительными преимуществами в экспорте всех четырех товаров, I, II, III, IV, а страна D – только в экспорте товара IV.

При помощи этой матрицы могут быть рассчитаны различные показатели, например, показатель диверсификации, который соответствует следующему выражению:

$$k_{0,c} = \sum_p M^T \quad (3)$$

Для страны A этот показатель составляет 4, так как экономика A экспортирует все 4 товара, а для D – 1, так как эта страна экспортирует на уровне выявленных сравнительных преимуществ только один товар.

Кроме того, можно рассчитать, как часто некоторый товар экспортируется на уровне выявленных сравнительных преимуществ. Для этого используется следующее выражение:

$$k_{0,p} = \sum_c M \quad (4)$$

Например, товар I экспортируется только экономикой A, а IV — всеми четырьмя странами.

Как уже отмечалось выше, простых показателей, вроде показателей $(k_{0,c} = \sum_p M^T$ (3) или $(k_{0,p} = \sum_c M$ (4) недостаточно для того, чтобы охарактеризовать некоторую экономику с точки зрения сложности ее экспортной корзины. Например, некоторый товар может экспортировать небольшое число экономик, однако этот товар может оказаться не технологичным, вроде вертолетов или скоростных поездов, а редким в силу географических ограничений. Чтобы различать такие товары и более точно оценивать сложность экспортных корзин, требуются дополнительные, более сложные показатели. Что еще, помимо редкого товара, экспортируют экономики, в чью экспортную корзину он входит? Если это как правило распространенные и, вероятно, простые товары, то редкий товар, скорее всего, стоит также отнести к категории простых, а его редкость, по всей видимости, связана с природными ограничениями, а не технологической сложностью.

Для получения дополнительной информации о товарах и экономиках, рассчитываются более сложные показатели, например, распространенность товаров, входящих в экспортную корзину некоторой страны, который определяется при помощи следующего выражения:

$$k_{1,p} = \frac{1}{k_{0,c}} M^T \sum_c M = \frac{1}{k_{0,c}} M^T k_{0,p} \quad (5)$$

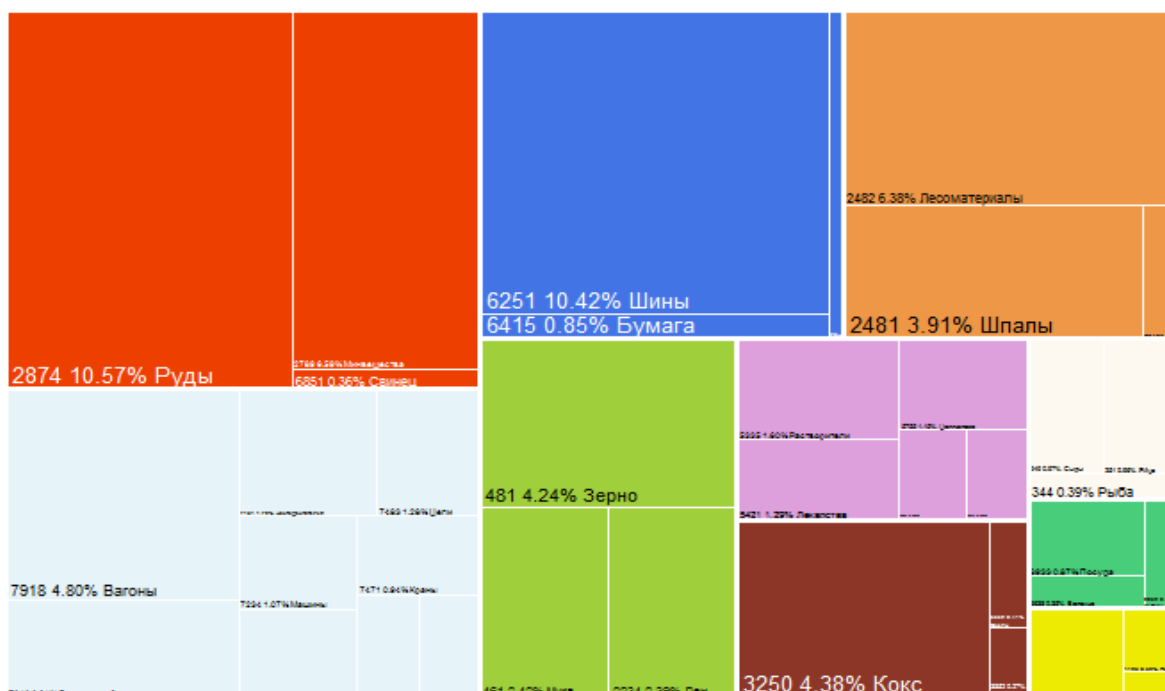
Вся доступная информация о товарах и экономиках может быть обобщена при помощи нахождения собственного вектора, соответствующего второму максимальному собственному числу следующей матрицы (подробное объяснение этого результата см. в [5]):

$$\tilde{M} = \frac{M^T M}{k_{o,c} k_{o,p}} \quad (6)$$

После нахождения собственного вектора, соответствующего второму наибольшему значению матрицы ($\tilde{M} = \frac{M^T M}{k_{o,c} k_{o,p}}$ (6)), вектор центрируется и нормируется. Полученный в результате вектор является индексом экономической сложности, ECI, отражающим уровень сложности экспортных корзин рассматриваемых экономик.

Визуализация текущей экспортной корзины страны осуществляется при помощи treemap. Треemap, представляет из себя отображение 100% экспорта некоторой экономики при помощи прямоугольника, с внутренними блоками, соответствующими секторам, к которым принадлежат экспортируемые товары. Каждый внутренний блок состоит из подблоков, представляющих товары, детализированные до уровня SITC4, 2-го или 4-го издания. Вместе с SITC4-кодом товара также указывается процент, соответствующий доле определенного товара в экспортной корзине некоторой экономики. Для отображения секторов в treemap используются те же цвета, что и для указания принадлежности секторов в продуктовом пространстве.

В результате, получается treemap, пример которого отображен на Рисунок 1.



Источник: построения авторов

Рисунок 1 - Треетар, отражающий существующую структуру экспорта некоторой экономики. Данные по экспорту соответствуют классификации SITC4, 4-е издание

Из рисунка 1 видно, что в экспортной корзине некоторой абстрактной экономики преобладают такие товары, как руды (10,57% от итога), шины (10,42% от итога), лесоматериалы (6,38% от итога), вагоны (4,80% от итога), кокс (4,38% от итога), зерно (4,24% от итога), шпалы (3,91% от итога); доли остальных товаров в экспортной корзине рассматриваемой экономики незначительны.

Продуктовое пространство и treemap являются основными инструментами визуализации, которые используются для описания текущего состояния экономик. Кроме того, для этой же цели используется индекс экономической сложности, ЕСІ, о вычислении которого подробно говорилось выше.

2. Определение «центральности» (близости до технологичной части мирового продуктового пространства) экспортных корзин регионов

Кроме оценки сложности экономик, интерес также может представлять возможность диверсификации различных экономик. Это также может быть сделано

$$M = \begin{array}{c|cccc} C/P & A & B & C & D \\ \hline I & 1 & 0 & 0 & 0 \\ II & 1 & 1 & 0 & 0 \\ III & 1 & 1 & 1 & 0 \\ IV & 1 & 1 & 1 & 1 \end{array}$$

при помощи матрицы ((2)), состоящей из единиц и нулей.

В частности, при помощи этой матрицы могут быть найдены товары, которые часто экспортируются в тандеме друг с другом. Например, за исключением страны D, товары III и IV всегда экспортируются вместе. Вполне возможно, что это технологически близкие друг к другу товары, например, грузовые и пассажирские вертолеты. Умея экспортировать пассажирские вертолеты, страна с высокой вероятностью сможет экспортировать и грузовые.

Для цели определения направлений диверсификации некоторой экономики, необходимо найти меру экспортной близости товаров, отражающей, насколько часто два товара встречаются в одной экспортной корзине. Используя для этого матрицу

$$M = \begin{array}{c|cccc} C/P & A & B & C & D \\ \hline I & 1 & 0 & 0 & 0 \\ II & 1 & 1 & 0 & 0 \\ III & 1 & 1 & 1 & 0 \\ IV & 1 & 1 & 1 & 1 \end{array}$$

((2)), можно рассчитать, сколько раз для двух произвольно выбранных товаров, совпадает число единиц, расположенных по соответствующим строкам. В частности, для товаров III и IV совпадают три единицы. Однако их необходимо нормировать, так как абсолютное число совпадений недостаточно информативно. Например, 30 совпадений больше 20, однако в первом случае речь может идти о сопоставлении двух товаров, первый из которых встречается 100 раз, а второй — 30, а во втором случае о двух товарах, первый из которых экспортируется 30 странами, а второй — 20. Очевидно, что относительная частота совпадений значительно выше во втором случае, как раз тому, которому соответствует меньшее число абсолютных совпадений. Чтобы не допускать неправильных выводов, абсолютное число совпадений нормируется на максимальный размер распространенности двух товаров. В случае с первой парой

товаров, этот размер равен 100, в результате чего показатель экспортной близости двух экспортируемых товаров составляет 0.3. Во втором случае максимальный размер распространенности равен 30, а показатель близости — 2/3.

В общем виде, показатель экспортной близости рассчитывается при помощи следующего выражения с использованием определения матрицы

$$M = \begin{pmatrix} C/P & A & B & C & D \\ I & 1 & 0 & 0 & 0 \\ II & 1 & 1 & 0 & 0 \\ III & 1 & 1 & 1 & 0 \\ IV & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (2)), \text{ а также выражения } (k_{0,c} = \sum_p M^T \quad (3):$$

$$\Phi_{i,j} = \frac{\sum_c M_{ci} M_{cj}}{\max(k_{i,0}, k_{j,0})} \quad (7)$$

Показатель экспортной близости товаров позволяет построить продуктивное пространство, при помощи которого связь между экспортируемыми товарами может быть визуализирована.

3. Визуализация и составление части атласа продуктового пространства

Для построения продуктового пространства используется матрица

$$M = \begin{pmatrix} C/P & A & B & C & D \\ I & 1 & 0 & 0 & 0 \\ II & 1 & 1 & 0 & 0 \\ III & 1 & 1 & 1 & 0 \\ IV & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (2)), \text{ показатель экспортной близости товаров}$$

$(\Phi_{i,j} = \frac{\sum_c M_{ci} M_{cj}}{\max(k_{i,0}, k_{j,0})} \quad (7), \text{ а также сетевой подход. В рамках последнего, товары, экспортируемые экономиками на уровне выявленных сравнительных преимуществ, представляют из себя узлы, а экспортная близость между товарами — связи.}$

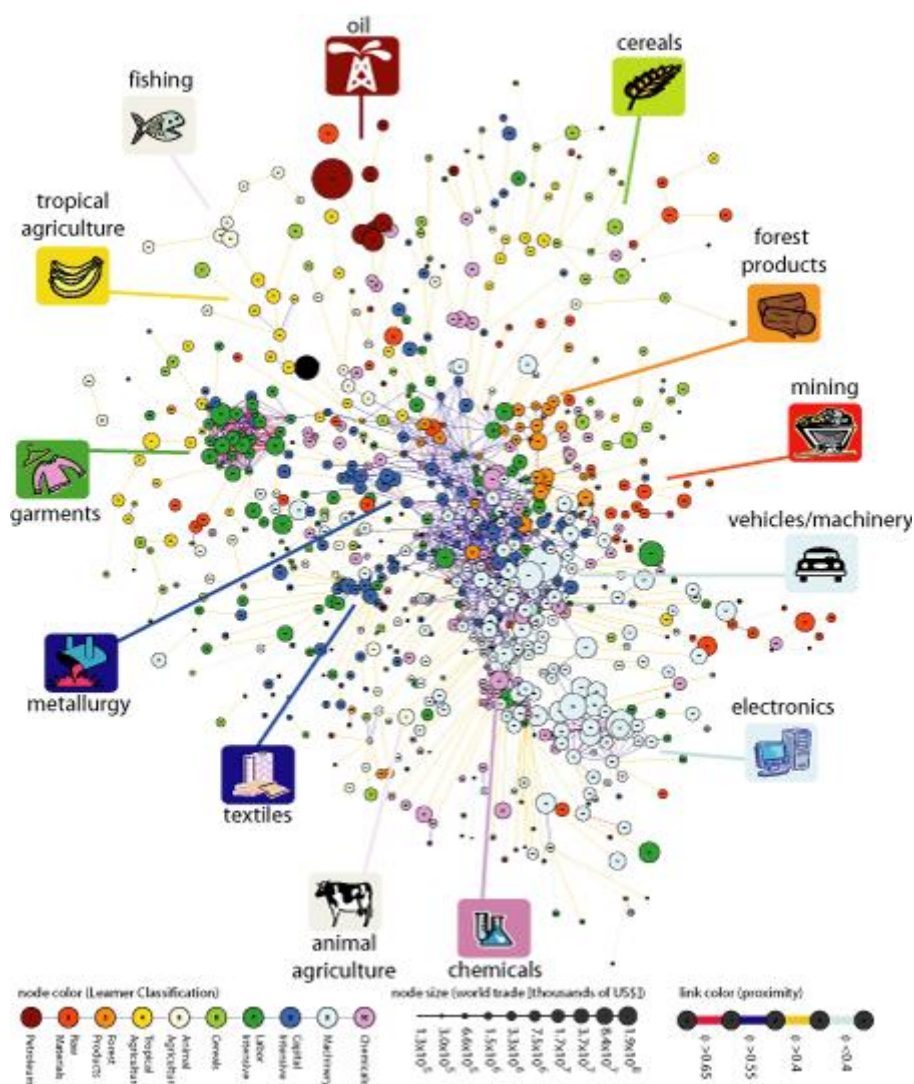
Узлы, соответствующие товарам, связываются друг с другом при помощи максимального остовного дерева (maximum spanning tree), служащего «скелетом», на котором держатся узлы, отражающие товары. Максимальное остовное дерево представляет их себя множество, состоящее из N-1 связей, которые соединяют все N узлов, т.е. товаров, и максимизируют сумму связей между ними, т.е. значений

показателя экспортной близости. В качестве схемы «скелета» из связей и держащихся на нем узлов, используется force spring algorithm, позволяющий добиться лучшей визуализации.

Узлы, соответствующие экспортируемым на уровне выявленных сравнительных преимуществ товаров, окрашиваются в цвета, соответствующие отраслям, к которым эти товары относятся.

Классификация отраслей заимствуется из [10]. Размер узлов соответствует вкладу товаров, которые эти узлы представляют, в международную торговлю. Наконец, связи между товарами также окрашиваются в определенный цвет в зависимости от силы связи, т.е. экспортной близости двух товаров.

В результате, получается следующая визуализация продуктового пространства (Рисунок 2):



Источник: построения авторов

Рисунок 2 - Мировое продуктовое пространство, узлы соответствуют товарам, экспортирующимся на уровне выявленных сравнительных преимуществ, а связи — экспортной близости товаров

При помощи этой визуализации можно определить существующую кластеризацию экспортных товаров, которые экспортирует некоторая экономика. Товары, которыми страна торгует на уровне выявленных сравнительных преимуществ будут отображаться при помощи черных квадратов, наложенных на соответствующий узел, отражающий экспорт того или иного товара. Благодаря этому возможно определить кластеризацию, а также направления диверсификации экспортной корзины экономики.

Мы отображаем каждый российский регион в продуктовом пространстве, благодаря чему получаем возможность визуализировать кластеризацию региональных экспортных корзин, а также приблизительные направления диверсификации экспорта региона.

Как видно из рисунка выше, мировое продуктовое пространство включает следующие категории товаров: товары химической промышленности (chemicals), производство оборудования (vehicles/machinery), производство злаковых (cereals), животноводство (animal agriculture), тропическое сельское хозяйство (tropical agriculture), лесное хозяйство (forest products), природное сырье (mining), топливо (oil) и другие производства (металлургия, производство одежды, электроники и рыбное хозяйство). При этом рисунок показывает, что большая часть узлов (товары, экспортирующиеся на уровне выявленных сравнительных преимуществ - revealed comparative advantage, RCA) сосредоточена в секторе производства электроники, одежды и текстиля, металлургии, а также топлива.

При помощи этой визуализации можно определить существующую кластеризацию экспортных товаров, которые экспортирует некоторая экономика. Товары, которыми страна торгует на уровне выявленных сравнительных преимуществ будут отображаться при помощи черных квадратов, наложенных на соответствующий узел, отражающий экспорт того или иного товара. Благодаря этому возможно определить кластеризацию, а также направления диверсификации

экспортной корзины экономики.

В дальнейших исследованиях мы планируем предложить стратегию экспортного развития российских регионов, используя для этого ряд показателей, позволяющих оценить, какие товары и товарные группы с большей вероятностью могут производить российские регионы, а также какие дальнейшие возможности экспортной диверсификации могут быть получены экономикой региона от включения нового товара в свою экспортную корзину.

Мы также подчеркиваем ограничения используемого метода и сделанных при помощи него оценок. Эти ограничения прежде всего связаны с отсутствием детальных данных о том, какой вклад в добавленную стоимость экспортируемого товара сделала та или иная страна или регион. В то время, когда доля товаров, ступени производства которых поделены между собой несколькими странами, в международной торговле становится все выше, оценка доли участия той или иной страны в экспорте товара, соответственно, становится все более важной [11]. Если игнорировать это обстоятельство при использовании экспортных данных, экономика, которая всего лишь занимается конечной сборкой некоторого товара и его дальнейшей продажей на международном рынке, будет восприниматься как страна, способная производить товар целиком, что будет неизбежно приводить к завышенной оценке ноу-хау, которым располагает такая экономика. Однако ввиду отсутствия детальных данных о распределении добавленной стоимости, составляющей цену некоторого товара, по участвующим в его производстве странам, пока остается лишь допускать подобные неточности, когда речь идет о детальных данных об экспорте товаров и довольствоваться тем, что метод позволяет отделить явных лидеров по уровню экономической сложности своей экспортной корзины, от явных аутсайдеров.

Кроме оценки сложности экономик и экспортируемых товаров, важной представляется также оценка возможности экспортной диверсификации некоторой экономики. Для получения такой оценки также может быть использована матрица (2). В частности, при помощи этой матрицы могут быть найдены товары, которые часто экспортируются в тандеме друг с другом. Например, за исключением страны D, товары III и IV всегда экспортируются вместе. Вполне возможно, что это технологически близкие друг к другу товары, например, грузовые и пассажирские вертолеты. Умея экспортировать пассажирские вертолеты, страна с высокой вероятностью сможет экспортировать и грузовые, ведь у нее, благодаря экспорту

пассажирских вертолетов, уже есть значительная часть ноу-хау, оборудования, инфраструктуры, прошедших международную сертификацию блоков и деталей и пр., необходимых для экспорта грузовых вертолетов.

Для цели определения направлений диверсификации некоторой экономики необходимо найти меру экспортной близости товаров, отражающей, насколько часто два товара встречаются в одной экспортной корзине. Используя для этого матрицу (2), можно рассчитать, как часто для двух произвольно выбранных товаров, мы наблюдаем две единицы в каждом столбце. Как уже отмечалось выше, для товаров III и IV можно насчитать три таких случая — оба товара экспортируют страны А, В и С.

Однако число совпадений необходимо нормировать, так как абсолютное число совпадений недостаточно информативно. Например, 30 совпадений больше 20, однако в первом случае речь может идти о сопоставлении двух товаров, первый из которых встречается 100 раз, а второй — 30, а во втором случае о двух товарах, первый из которых экспортируется 30 странами, а второй — 20. Очевидно, что относительная частота совпадений значительно выше во втором случае, как раз в том, которому соответствует меньшее число абсолютных совпадений. Чтобы не допускать неправильных выводов, абсолютное число совпадений нормируется на максимум из двух уровней распространенности, который вычисляется при помощи выражения (4) для двух разных товаров. В случае с первой парой товаров, этот размер равен 100, в результате чего показатель экспортной близости двух экспортируемых товаров составляет 0.3. Во втором случае максимальный размер распространенности равен 30, а показатель близости — 2/3.

В общем виде показатель экспортной близости рассчитывается при помощи следующего выражения с использованием матрицы (2), а также выражения (4):

$$\Phi_{i,j} = \frac{1}{\max(k_{i,0}, k_{j,0})} \sum_c M_{ic}^T M_{jc}^T \quad (8)$$

Из показателей, полученных при помощи выражения (8), рассчитывается матрица экспортной близости всех экспортируемых на уровне выявленных сравнительных преимуществ товаров.

Показатель экспортной близости товаров позволяет получить несколько важных результатов. Прежде всего, при помощи матрицы экспортной близости, состоящей из элементов, соответствующих выражению (8), может быть построено

продуктовое пространство, позволяющее визуализировать связь между экспортируемыми товарами.

Для построения продуктового пространства, кроме показателя экспортной близости товаров, отраженного при помощи выражения (8), также используется сетевой подход к множеству товаров, экспортируемых на уровне выявленных сравнительных преимуществ. В рамках последнего, товары, экспортируемые экономиками на уровне выявленных сравнительных преимуществ, представляют из себя узлы, а экспортная близость между товарами выражается при помощи выражения (8) — связи.

Узлы, соответствующие товарам, связываются друг с другом при помощи максимального остовного дерева (maximum spanning tree), служащего «скелетом», на котором держатся узлы, отражающие товары. Максимальное остовное дерево представляет их себя множество, состоящее из $P-1$ связей, которые соединяют все P узлов, т.е. экспортируемых товаров, и максимизируют сумму связей между ними, т.е. значений показателя экспортной близости. Для получения схемы «скелета» из связей и держащихся на нем узлов, используется force spring algorithm, позволяющий добиться лучшей визуализации.

Узлы, соответствующие экспортируемым на уровне выявленных сравнительных преимуществ товаров, окрашиваются в цвета, соответствующие отраслям, к которым эти товары относятся. Классификация отраслей заимствуется из [10]. Размер узлов соответствует вкладу товаров, которые эти узлы представляют, в международную торговлю. Наконец, связи между товарами также окрашиваются в определенный цвет в зависимости от силы связи, т.е. экспортной близости двух товаров.

Помимо описания текущего состояния экспортной корзины при помощи графов, показатели экспортной близости могут быть также использованы для оценки стратегии экспортной диверсификации и выбора наилучшей из них. В части работы, касающейся возможностей диверсификации, мы не только повторяем, но и модифицируем показатели, которые используются для этих же целей в [8]. В последней работе измеряется дистанция между текущей экспортной корзиной некоторой экономики и экспортными группами, соответствующими [10], в которые могут входить товары как уже экспортируемые рассматриваемой экономикой, так и пока не входящие в ее экспортную корзину. Например, если экономика экспортирует на уровне выявленных сравнительных преимуществ овощи, металлы и автомобили,

то при помощи выражения (8) измеряется расстояние от такой корзины до экспортной группы «капиталоемкие товары». В эту группу вместе с другими капиталоемкими товарами включены автомобили, поэтому часть товаров, входящих в эту группу, экономика уже экспортирует. Кроме дистанции от текущей экспортной корзины до групп, определенных в работе [10], мы также отражаем на плоскости на рис. 3 сложность экспортной группы, рассчитываемой как среднее PCI (см. выражение (7)) товаров, входящих в нее. Это позволяет увидеть не только насколько близки к текущей экспортной корзине региона, но и насколько сложны те или иные группы. Для каждой отрасли, расстояние до текущей корзины которой мы измеряем, мы также указываем, какая доля товаров, принадлежащих этой группе, уже экспортируется рассматриваемой экономикой на уровне выявленных сравнительных преимуществ.

Одновременно с оценкой экспортной близости между экспортной корзиной некоторой экономики и экспортными товарными группами оценивается, что дает экономике присоединение к экспортной группе с точки зрения дальнейшего пополнения ее экспортной корзины. Научившись экспортировать новый товар, принадлежащий некоторой экспортной группе, на какие возможности с точки зрения дальнейшей диверсификации может рассчитывать эта экономика? Ведь новый товар, добавленный к экспортной корзине рассматриваемой экономики, также может быть охарактеризован с точки зрения экспортной близости до тех товаров, которые рассматриваемая экономика еще не производит. Новые экспортные товары могут различаться по тем возможностям, которые они открывают перед экономикой с точки зрения ее дальнейшей экспортной экспансии. Например, из-за обладания некоторой экономикой залежами какого-нибудь природного сырья, его добавление в корзину экспортируемых этой экономикой товаров весьма вероятно — для достижения этой цели необходимо оборудование и несложное ноу-хау по добыче этого природного ресурса. Однако из-за того, что это оборудование и ноу-хау могут оказаться бесполезными для экспорта других товаров, которые пока не производит рассматриваемая экономика, дальнейшая экспортная экспансия при умении экспортировать этот природный ресурс для такой экономики может оказаться довольно ограниченной. Если экономика начинает экспортировать необработанные алмазы, то ее возможности для дальнейшей диверсификации представляются невысокими. Наоборот, научившись экспортировать стационарные компьютеры, некоторая экономика получает возможность начать экспортировать и другие виды

персональных компьютеров и компьютерной техники.

Поэтому важно не только добавлять новые товары в экспортную корзину, но и стараться добавлять такие товары, которые открывают возможность для дальнейшей экспортной экспансии. Поэтому мы, в соответствии с выражением (10), рассчитываем экспортную близость от экспортных групп, определенных в работе [10], до корзины, состоящей из товаров, которые еще не экспортируются рассматриваемой экономикой на уровне выявленных сравнительных преимуществ

На Источник: построения авторов

Рисунок 4 ниже, на плоскости отображается, что экономике может дать присоединение или дальнейшая экспансия внутри экспортной группы с точки зрения последующей диверсификации, т.е. насколько далека группа от всех других товаров, которые не экспортируются страной на уровне выявленных сравнительных преимуществ. Мы также указываем среднюю продуктовую сложность экспортных групп, а также долю товаров, принадлежащих группе, которые уже экспортируются рассматриваемой экономикой.

Все эти результаты — индекс экономической сложности, продуктивное пространство с отображением товаров, которые российские регионы экспортируют на уровне выявленных сравнительных преимуществ, а также возможные стратегии экспортной диверсификации региональных экономик, мы отражаем в Атласе экономической сложности регионов России.

Ключевое предназначение Атласа экономической сложности заключается в помощи выбора стратегии региональной экспортной диверсификации. Как уже отмечалось выше, в соответствии с полученными эмпирическими результатами [3] текущая экспортная корзина оказывает влияние на возможности диверсификации некоторой экономики. Например, в сельскохозяйственном регионе, даже применяющем современные технологии, могут быть развиты инфраструктурные, институциональные, инженерные ингредиенты, выпуск химикатов для сельского хозяйства и пр. Однако возможность использования этих ингредиентов для создания предприятий машиностроения ограничена. В этой связи успешное создание в этой экономике экспортных производств, принадлежащих машиностроительной отрасли, участвующих в выпуске и экспорте сравнительно сложных звеньев в цепочке добавленной стоимости, представляется маловероятным. Большие шансы на попадание в экспортную корзину имеют производства, технологически смежные уже созданным в регионе сельскохозяйственным предприятиям или компаниям

химической промышленности, производящим удобрения, т.к. для таких отраслей в экономике создана значительная часть необходимых производственных ингредиентов. В Атласе экономической сложности российских регионов делается описание состояния текущей экспортной корзины каждого региона, а также указываются отрасли, которые с наибольшей вероятностью могут послужить плацдармом для дальнейшей экспортной диверсификации. Эти результаты могут послужить выбору направлений диверсификации и избежать чрезмерно высоких и рискованных затрат на попытки установления экспортных отраслей, технологически слишком далеких от тех, что уже существуют в регионе.

Кроме визуализации состояния экспортной корзины региональных экономик, Атлас также содержит оценку возможности диверсификации экспорта региональных экономик. В частности, Атлас дает оценку того, к каким кластерам, указанным в легенде на Рисунок 1, и с какой вероятностью может присоединиться та или иная региональная экономика, а также какие возможности по дальнейшей диверсификации дает присоединение к тому или иному кластеру.

В частности, это можно увидеть, посмотрев на Источник: построения авторов Рисунок 3 и Источник: построения авторов

Рисунок 4. На рисунке 3 изображена зависимость средней сложности экспортного кластера и вероятности присоединения к кластеру. Каждая отрасль характеризуется окружностью разного радиуса, который варьируется в зависимости от доли данной отрасли в мировой экспорте, а также цветом, который взят из легенды относительно мирового продуктового пространства (Рисунок 1). При этом доля белого цвета отражает долю того, что регион уже производит, а оставшаяся доля отвечает за возможности дальнейшего освоения отрасли. Соответственно, делая прогноз относительно того, к какой отрасли выгодно присоединиться, стоит выбирать отрасли, вероятность к которым присоединиться выше и которые имеют более высокую сложность. На Источник: построения авторов

Рисунок 4 изображена зависимость средней сложности экспортного кластера и вероятности последующей диверсификации. Относительно визуализации рисунок имеет ту же коннотацию, что и Источник: построения авторов

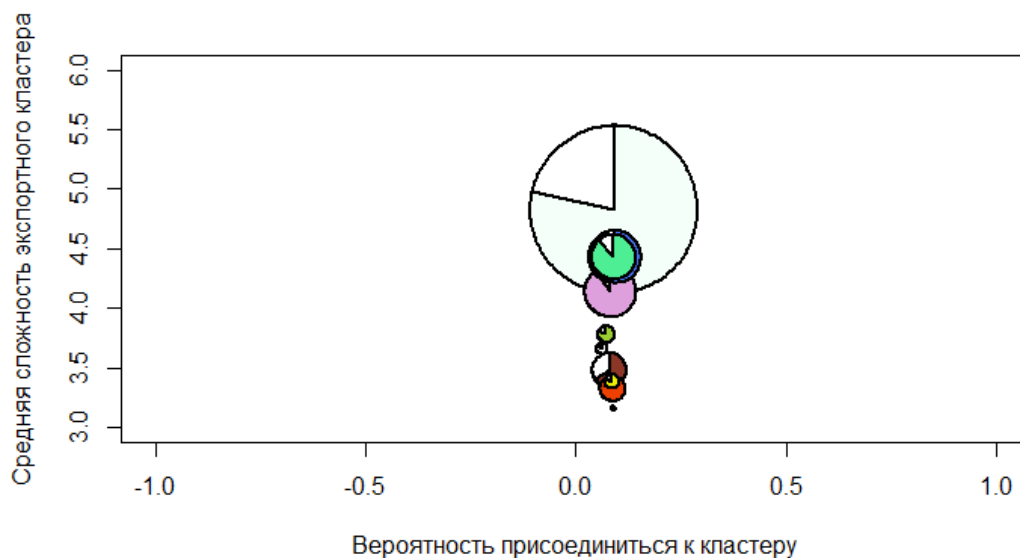
Рисунок 4. Если на Источник: построения авторов

Рисунок 3 легко увидеть, к каким отраслям в зависимости от их сложности есть более высокая вероятность присоединиться, имея текущую экспортную корзину, то Источник: построения авторов

Рисунок 4 отражает возможности последующей диверсификации. А именно, предположим, что Источник: построения авторов

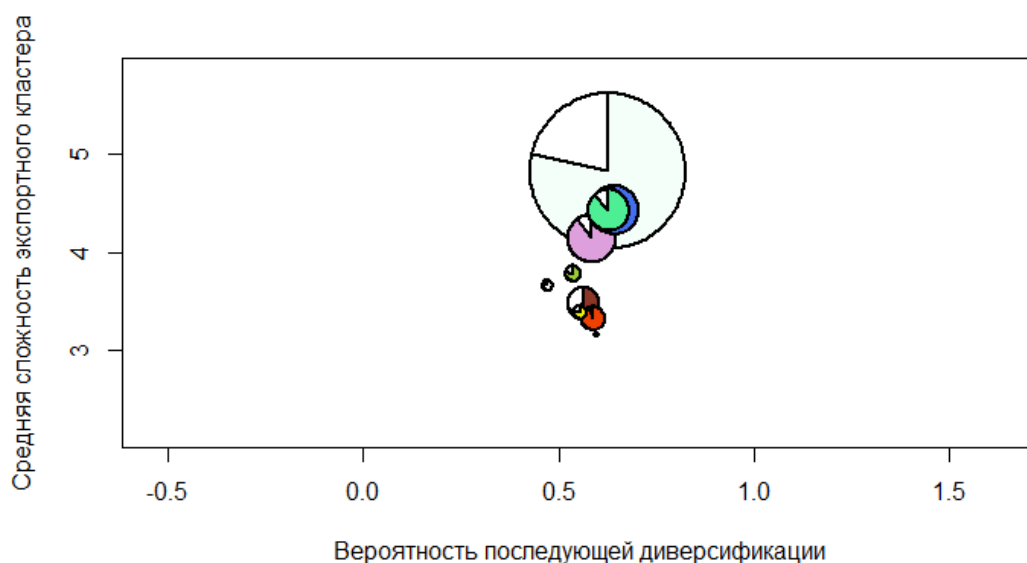
Рисунок 3 показывает нам, что есть высокая вероятность присоединения к двум кластерам, при этом оба кластера довольно сложные (при одинаковой вероятности присоединения к кластеру, мы выбираем более сложный), какой из них стоит выбрать для последующего освоения? Источник: построения авторов

Рисунок 4 отражает, насколько вероятна последующая диверсификация, если мы выбираем данный кластер для присоединения. Другими словами, важно выбирать не только наиболее сложный кластер, к которому легче присоединиться, имея текущую экспортную корзину, но и тот кластер, присоединение к которому впоследствии позволит производить еще больше новых товаров.



Источник: построения авторов

Рисунок 3 - График зависимости средней сложности экспортного кластера и вероятности присоединения к кластеру, построенный для экономики Брянской области в 2015 году



Источник: построения авторов

Рисунок 4 - График зависимости средней сложности экспортного кластера и вероятности последующей диверсификации, построенный для экономики Брянской области в 2015 году

На Источник: построения авторов

Рисунок 3 и Источник: построения авторов

Рисунок 4 мы предлагаем интерпретацию для отдельно выбранного нами региона, а именно Брянской области в 2015 году. Из Источник: построения авторов

Рисунок 3 видно, что, хотя вероятность присоединиться ко всем отраслям невелика, наиболее перспективными являются производство оборудования, затем трудоемкие и капиталоемкие производства и, наконец, химическая промышленность. Во всех перечисленных отраслях доля текущего производства невелика, при этом производство оборудования имеет на порядок более весомую долю в мировом экспорте. Из Источник: построения авторов

Рисунок 4 видно, что присоединение ко всем отраслям выгодно относительно последующей диверсификации (вероятность больше 0,5). Однако если на Источник: построения авторов

Рисунок 3 было сложно различить капиталоемкие и трудоемкие производства, Источник: построения авторов

Рисунок 4 отражает, что относительно последующей диверсификации капиталоемкие производства чуть более выгодны, чем трудоемкие. Итого из двух рисунков можно понять, что очередность присоединения к отраслям в парадигме нашей методологии для Брянской области должна быть следующей: производство оборудования, капиталоемкие производства, трудоемкие производства, Химическая промышленность.

Мы также используем модификацию этого подхода. Мы предполагаем, что расстояние от текущей корзины до экспортной группы может быть недостаточно информативным с точки зрения прикладной диверсификации. Конечно, в среднем, если сегодняшняя экспортная корзина некоторой экономики включает большое число сложных товаров, то такая экспортная корзина будет ближе к новому сложному товару, чем экспортная корзина, в которой сложных товаров очень мало. Если такой уровень точности достаточен для анализа, то оценка, предложенная в [8] вполне удовлетворительна. Однако если нам требуется большая детализация, то для измерения дистанции до экспортной группы следует использовать не всю текущую экспортную корзину, а ее часть, состоящую из товаров, наиболее близких тому, который планируется добавить в ее состав. Из практических соображений важно понимать, какие именно товары, принадлежащие экспортной группе, могут быть включены в экспортную корзину страны в первую очередь. Для получения более точных прикладных оценок, мы модифицируем подход [8] к диверсификации следующим образом.

Принимая во внимание возможную практическую необходимость поиска детальных траекторий диверсификации, мы используем следующий подход для этой цели. Рассмотрим матрицу M_{PC} размерностью P (отражающей число товаров) на C (отражающей число стран), соответствующую матрице (2), отражающую, какие товары производят разные страны на уровне выявленных сравнительных преимуществ. Из этой матрицы мы выбираем интересующую нас экономику, соответствующую столбцу m из матрицы M_{PC} , отражающей те товары, которая выбранная страна может экспортировать на уровне выявленных сравнительных преимуществ. Этот вектор будет состоять из нулей, соответствующих товарам, которая эта страна не экспортирует на уровне выявленных сравнительных преимуществ, а также единиц, которые, напротив, соответствуют товарам, которые она экспортирует на этом уровне. Умножив поэлементно, в соответствии с произведением Адамара, этот вектор на каждую строку матрицы $\Phi_{P,P}$, элементы

которой соответствуют выражению (8), мы получаем уровень близости (proximity) от каждого товара, который рассматриваемая страна экспортирует на уровне выявленных сравнительных преимуществ, до каждого из товаров, которые экспортируются в мировой экономике на уровне выявленных сравнительных преимуществ.

Далее, для каждого из товаров, которые экспортируются в мире на уровне выявленных сравнительных преимуществ, мы находим максимальный уровень близости от того товара, который экспортируется на уровне выявленных сравнительных преимуществ рассматриваемой экономикой. Таким образом мы ищем максимум для каждой строки в произведении Адамара $m \Phi_{p,p}$, которое было получено на предыдущем шаге. В результате мы получаем вектор, отражающий максимальную близость между каждым товаром, который экспортируется в мире на уровне выявленных сравнительных преимуществ, и товаром, который экспортируется на уровне выявленных сравнительных преимуществ рассматриваемой экономикой.

На следующем шаге мы оставляем только те товары из экспортируемых в мире на уровне выявленных сравнительных преимуществ, которые не экспортируются рассматриваемой экономикой на уровне выявленных сравнительных преимуществ. В результате, мы получаем вектор, каждый элемент которого отражает максимальную близость между товаром, который некоторая экономика не экспортирует на уровне выявленных сравнительных преимуществ, и товаром, который она экспортирует на уровне выявленных сравнительных преимуществ.

Например, если экономика не экспортирует автобусы, но экспортирует яблоки, микроволновые печи и грузовики, то максимальную близость стоит ожидать между автобусами и грузовиками, как технологически наиболее похожими товарами. Эта (максимальная) близость и будет одним из элементов полученного на этом шаге вектора.

Таким образом, мы получаем вектор, который показывает, какие товары из тех, что в настоящее время экспортирует некоторая экономика, могут с максимальной вероятностью служить технологическим плацдармом для экспорта товаров, которые эта экономика еще не экспортирует на уровне выявленных сравнительных преимуществ. Из товаров, которые экономика не экспортирует на уровне выявленных сравнительных преимуществ, и для которых мы нашли

максимальные значения экспортной близости до товаров, которые эта страна экспортирует на уровне выявленных сравнительных преимуществ, мы составляем кластеры товаров, соответствующие классификации отраслей из работы [10]. Мы также вычисляем среднюю сложность товаров, входящих в соответствующий кластер, в соответствии с выражением (9). В результате, на Источник: построения авторов

Рисунок 3 на плоскости отображается вероятность того, что некоторая экономика может присоединиться к некоторому кластеру товаров, а также продуктовая сложность соответствующего кластера.

Заключение

Использованный нами метод позволяет определить группы регионов, альянс которых позволяет увеличить шансы на диверсификацию экспорта, однако в случае формирования подобных совместных экспортных стратегий необходимо также учитывать пространственные факторы, которые не учитываются методом. Тем не менее, важный вывод этой работы состоит в том, что в тех российских регионах, где возможна экспортная диверсификация, шансы на ее успех вырастают в случае составления совместных стратегий диверсификации с другими регионами, а не попыток изолированного развития.

Атлас экономической сложности российских регионов не использует данные по межрегиональной торговле. Во-первых, сбор таких данных – крайне сложная задача, выполнить которую на достаточно высоком уровне крайне затруднительно. Но главное, включение таких данных может создать серьезную проблему для оценки экспортной сложности региона. Упрощенный взгляд на экспорт некоторого региона предполагает, что международный рынок для него начинается за пределами его административных границ. Такой взгляд, однако, вызывает сомнения. Конкуренция на национальном внутреннем рынке может существенно отличаться от конкуренции на международном рынке. Лоббистские возможности региона, расположенных в нем компаний, значительно выше на национальном, чем на международном рынке. Это означает, что часть экспорта региона, направляемая в другие региональные экономики, скорее отражает импортозамещение и результат усилий лоббистов. Последнее становится тем более вероятным в условиях роста торгового изоляционизма. Если учитывать и такие случаи, а при добавлении межрегиональных данных это становится неизбежным, то фокус работы меняется с оценки экспортной сложности региона на его индустриальную сложность. В таком случае товары более не различаются по неявному критерию их качества – способности быть экспортируемыми на международные рынки – и происходит фронтальная оценка индустриальной сложности региона. Конечно, часть товаров, продающихся на внутреннем рынке, ничуть не уступает экспортируемым образцам, однако идентифицировать такие товары и отделить их от других не представляется возможным. Оценка индустриальной сложности регионов – интересная задача, но

мы оставляем ее другому исследованию, ограничиваясь здесь консервативной оценкой экспортной сложности региона, включая лишь те товары, которые экспортируются на международные рынки.

Утверждение «мы то, что мы экспортируем», разумеется, не отражает всего разнообразия экономического развития — крайне сложного и продолжительного процесса, включающего не только технологическую, но и другие виды модернизации, включая институциональную и социальную. Китай является одним из главных мировых экспортеров товаров, однако доступ к современным медицинским услугам в этой стране ограничен по сравнению с медицинским обслуживанием, доступным жителям Бельгии. Экспорт технологически сложных товаров может происходить из страны с высоким уровнем неравенства или недопустимо частым нарушением прав человека. Однако если говорить не об отдельных примерах, а о статистической ассоциативной связи между уровнем экономического развития и сложностью экспорта некоторой страны, то такая связь, безусловно, обнаруживается. Более развитые страны при прочих равных условиях экспортируют, во-первых, большее количество разных товаров и услуг, а, во-вторых, значительная часть этого экспорта состоит из технологически сложных товаров и услуг.

Стоит подчеркнуть, что в этих рассуждениях требуется аккуратность, связанная с тем, что в современном мире все больше и больше товаров создается не внутри одной экономики, а в результате кооперации компаний, расположенных в разных странах мира. Например, одна страна добывает сырье и создает из него материалы, необходимые для выпуска некоторого товара, другая обладает ноу-хау в выпуске ключевых блоков и механизмов, составляющих часть некоторого товара, третья экономика производит периферийные блоки для некоторого товара, а четвертая, наделенная дешевой и не слишком образованной рабочей силой, проходит один из начальных этапов индустриализации и занимается сборкой конечного товара из блоков и механизмов, импортированных в эту экономику из второй и третьей, после чего готовый товар отправляется на мировой рынок к покупателям. Конечно, этот пример упрощает реальность, в которой в производстве и экспорте товаров часто участвует гораздо больше стран, чем четыре.

Таким образом, экономики занимаются не только производством целых товаров, но все в большей и большей мере выпуском отдельных блоков или выполнением технологических операций, составляющих звенья в международных

цепочках добавленной стоимости. Как правило, более развитые страны фокусируются на более сложных звеньях в цепочках добавленной стоимости, в то время как менее развитые экономики часто отвечают за периферийные этапы создания товаров, в частности, занимаются добычей сырья и его обработкой, а также сборкой готовых товаров. В современном мире страны не только соперничают друг с другом на международном рынке товаров и услуг, не только участвуют в игре с нулевой суммой, в которой победивший забирает долю проигравшего, но и кооперируясь, дополняют друг друга производством деталей, блоков, выполнением технологических операций, без которых гражданские самолеты ведущих марок не могут подняться в небо, а компьютеры — быстро выполнять сложные вычисления, а кассовые аппараты — считывать штрих-коды.

Способность производить более сложные звенья в цепочках добавленной стоимости является отражением производственных и экспортных ингредиентов, которые за длительные периоды времени смогли создать более развитые страны. Для выпуска и экспорта сложных товаров необходим капитал и технологии, инвестиции в которые скорее будут сделаны в экономике с более надежной защитой прав собственности, эффективной индустриальной политикой, достаточным человеческим капиталом, инфраструктурой, доступным финансированием, эффективными маркетинговыми технологиями и прочими экспортными ингредиентами. Эти ингредиенты позволяют конвертировать знания о производстве товара, ноу-хау, в сам товар. Создание этих ингредиентов — длительный, дорогостоящий и сложный процесс, длящийся десятилетия и составляющий значительную часть процесса экономического развития и модернизации.

Обладание продвинутыми экспортными ингредиентами — современными институтами, инфраструктурой, человеческим капиталом и пр. - означает, что некоторая экономика также имеет возможность производить и экспортировать не только сложные, но и простые товары. Если экономика может полностью построить для покупателей на международном рынке атомную электростанцию, включая не только корпус этой станции, реакторы, но и систему ее управления, систему безопасности, электронику и прочие блоки и системы, то такая экономика сможет экспортировать не только атомные электростанции, но и другие сложные товары, например компьютеры, мониторы, системы пожаротушения и т. д., а также простые товары, в частности, текстиль, пластиковые изделия, калькуляторы и пр. Однако

обратное вряд ли верно: умея изготавливать и экспортировать текстиль или пластиковые изделия, имея только ноу-хау, необходимое для их выпуска и экспорта, экономика не сможет экспортировать компьютеры, современные системы безопасности и атомные электростанции.

Таким образом, через производственные ингредиенты, сложные товары связаны с большим количеством других более или менее сложных товаров. В то же время простые товары, использующие простые ингредиенты, вроде умений мануфактурных рабочих, простого полуавтоматического оборудования, простых систем контроля качества — в гораздо меньшей мере связаны с другими товарами, в особенности со сложными. Простые товары главным образом связаны с простыми же товарами из тех же товарных групп. Выпуск поло, вероятно, в значительной мере использует те же ингредиенты, что и выпуск футболок.

Сложные товары, таким образом, обладают свойством более высокой центральности, если использовать терминологию теории сетей. Их можно сравнить со звездами шоу-бизнеса. Допустим, на рынок шоу-бизнеса выходит молодой артист. С кем ему выгоднее устанавливать связи, с таким же новичком, как он, или со звездой, имеющей национальную, а, возможно, и мировую известность? Хотя установление карьерных связей может показаться не слишком приятным занятием, прагматизм подсказывает, что второй выбор более выгоден: количество связей, которым располагает звезда, велико, и карьерные возможности, которые открываются в случае присоединения к ближней части сети знаменитости, несравненны с теми, которые может дать установление связи с малоизвестным талантом. Даже если устанавливается не прямое, а косвенное, или даже отдаленное знакомство — через третьих или четвертых лиц, «знакомых знакомых» — это все равно более выгодно, т.к. увеличивает собственную сеть новичка, и делает его на шаг ближе к центральной части сети, в которой располагаются звезды, с их связями и возможностями.

В товарном пространстве роль одной из таких «звезд» играет атомная электростанция: за счет огромного ноу-хау, которым обладают ее экспортеры, она связана с большим числом других товаров, как простых, так и сложных. А экономическое развитие, которое начинает простая, малотехнологичная экономика, в значительной мере заключается в длительном процессе установлении «связей» с более сложными, приближенными к «звездам» — сектору электроники,

автомобилестроения, атомной энергетике и пр. - товарами. Как и в случае с реальной, а не метафорической звездой, установление таких связей скорее всего будет представлять из себя постепенный и долгий процесс. Ведь прямое знакомство со звездой шоу-бизнеса — это, скорее всего, очень редкое событие, результат невероятного везения. Более правдоподобно, что сначала новичку удастся познакомиться с намного менее известным артистом, войти в круг знакомы последнего, после чего, в течение некоторого времени, получить опыт, новые компетенции и связи, что позволит заинтересовать более известного актера, войти в его круг, получить новый опыт, знания и связи и т.д. Так же и с экспортным развитием: имея ноу-хау в производстве текстиля, страна имеет высокие шансы также начать производить обувь. Затем, за счет текстильной и обувной отраслей, получив опыт простой индустриализации, начать сборку электроники, отвечая лишь за этот несложный технологический этап, после чего постепенно, в течение многих лет, по мере накопления продвинутого человеческого капитала и других ингредиентов, освоить более сложные блоки в выпуске электроники, постепенно добравшись до одной из «звезд» - изготовления ключевых блоков компьютеров. Добавить же к экспорту текстиля выпуск компьютеров сразу, минуя несколько этапов процесса развития, не получится: для этого у экономики нет нужных производственных ингредиентов, которые накапливаются постепенно и тяжело, в течение многих лет и десятилетий.

Сетевая картина, в которой экспортируемые на международном рынке товары могут быть представлены в виде сети с центральной частью, состоящей из сложных товаров, и периферийной, образуемой простыми товарами, а также связями между ними, может быть описана не только интуитивно, но и при помощи экспортных данных. Зная, какие товары и в каком размере экспортируются странами и регионами, возможно позволяет получить сразу несколько важных результатов. Мы можем определить, какие товары являются более центральными, относятся к экспортным «звездам», посчитав число прямых и косвенных связей, которые существуют у этих товаров с другими товарами, как сложными, так и простыми. Таким образом, по числу связей, мы можем оценить сложность этих товаров. Зная, какие товары экспортирует некоторая экономика, а также оценку сложности этих товаров, мы можем оценить и сложность экспорта этой экономики в целом. Благодаря этому, мы можем составить рейтинг экспортной сложности экономик

мира, регионов или муниципалитетов — в зависимости от того, какими данными мы располагаем. Кроме того, мы также можем оценить, какие товары, с учетом имеющегося сегодня у некоторой экономики ноу-хау, могут быть с большей вероятностью добавлены в ее экспортную корзину. Возвращаясь к метафоре со звездами шоу-бизнеса, мы можем выяснить, с кем в мире шоу-бизнеса новичок имеет более высокие шансы познакомиться, установить связь.

Это представление о товарном пространстве и связях между товарами было отражено в Атласе экономической сложности, разработанном Центром международного развития Школы Кеннеди Гарвардского университета (<http://atlas.cid.harvard.edu/>). Атлас оценивает экономическую сложность стран мира, содержит визуализацию продуктового пространства, в котором экспортируемые в мире товары отражены при помощи узлов, а их технологическая близость — при помощи связей. Экспорт каждой из стран, сложность которой оценена в Атласе, отражен в продуктовом пространстве при помощи маркировки тех товаров, которые рассматриваемая страна продает на международном рынке. Наконец, Атлас дает представление о том, за счет каких экспортных групп некоторая экономика может диверсифицироваться.

Список использованных источников

- 1 Heckscher, E., Ohlin, B. Trade Theory, translated, edited, and introduced by Harry Flam and M. June Flanders. Cambridge, Mass., MIT Press, 1991.
- 2 Easterly, W. The Elusive Quest for Growth: Economists' Adventures and Misadventures in the Tropics. MIT Press, Cambridge, 2001.
- 3 Hausmann, R., Klinger, B. The Structure of the Product Space and the Evolution of Comparative Advantage // Harvard University Center for Economic Development, 2007.
- 4 Hausmann, R., Hwang, J., Rodrik, D. What you Export Matters // Journal of Economic Growth, Working Paper, 146, Cambridge, MA, 2007, Vol. 12, pp. 1-25.
- 5 Любимов, И., Гвоздева, М., Казакова, М., Нестерова, К. Сложность экономики и возможность диверсификации экспорта в российских регионах // Журнал Новой экономической ассоциации, 2017, №2 (34), с. 94–122.
- 6 Farra F., Klos N., Schober U., Sigalova O., Zhukov A. Improving Regional Performance in Russia: a Capability-Based Approach. EBRD Working Paper No. 155. 2013.
- 7 Kadochnikov, S., Fedyunina, A. Export Diversification in the Product Space and Regional Growth: Evidence from Russia. Papers in Evolutionary Economic Geography (PEEG), No. 1327, 2013.
- 8 Hausmann, R., Hidalgo, C., Bustos, S., Coscia, M., Simoes, A., Yildirim, M. The Atlas of Economic Complexity: Mapping Pathsto Prosperity. Cambridge: Center for International Development, Harvard University, MIT, 2011.
- 9 Balassa, B. Trade Liberalization and “Revealed” Comparative Advantage // The Manchester School, 1965, Vol.33, pp. 99-123.
- 10 Leamer, E. Sources of Comparative Advantage: Theory and Evidence, MIT Press, Cambridge, 1984.
- 11 Timmer M., Erumban A., Los B., Stehrer R., de Vries G. Slicing Up Global Value Chains // Journal of Economic Perspectives, American Economic Association, 2014. Vol. 28(2), pp. 99-118.