

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

РЕСУРСОЕМКОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Белоусова Н.И., Васильева Е.М., Лившиц В.Н.,
Фролова М.П.

(Москва)

Приводится характеристика состояния производственной инфраструктуры, проблем ее развития в условиях формирования рыночных отношений, эффективности функционирования. Анализируется динамика ресурсоемкости производственной инфраструктуры, предлагаются методы ее расчета.

1. ВВЕДЕНИЕ

Под инфраструктурой народного хозяйства (инфраструктурным комплексом) обычно понимается иерархическая совокупность организационно обособленных структурных подразделений и соответствующих объектов и устройств, конечным результатом деятельности которых является обслуживание базисных отраслей материального производства, непроизводственной сферы и населения, создание общих условий их эффективного функционирования [1, 2].

Могут быть предложены различные классификации отраслей инфраструктуры и состава инфраструктурного комплекса. Выбор того или иного признака для решения этого вопроса определяется типом рассматриваемых задач (прогнозирование, планирование, проектирование, управление), масштабом и характером изучаемого объекта (народное хозяйство в целом, регион, комплекс отраслей) и т.д.

Ниже речь будет идти только о производственной инфраструктуре (ПИ), в состав которой входят следующие объекты:

транспорт всех видов, функционирующий в сфере обращения, а также специализированный: магистральные нефте-, нефтепродукто- и газопроводы, линии и оборудование электропередач;

информационно-коммуникационная сеть, включая связь всех видов, сеть и устройства сбора, хранения, обработки и передачи информации;

система обеспечения материальными ресурсами, в том числе материально-техническое снабжение, заготовки, торговля, водообеспечение;

инженерная инфраструктура, к которой относятся все виды сетей инженерного обеспечения населенных мест и городской транспорт.

Основное внимание уделяется ресурсоемкости ПИ — анализу ее фактической динамики, методам расчета. Однако в целях более полного представления этой проблемы изучение ресурсоемкости сопровождается краткой характеристикой состояния и проблем развития ПИ на современном этапе, эффективности ее функционирования.

В период перехода к рыночной экономике роль производственной инфраструктуры как системы, обеспечивающей перемещение людей и любых видов продуктов, включая информацию, существенно возрастает и сфера ее деятельности расширяется. Это

обусловлено усилением демократических институтов общества и экономики, происходящими в ней процессами демополизации производства и формирования горизонтальных договорных связей, переориентацией направленности развития интересов от ведомств к интересам отдельных хозяйственных субъектов и их территориальных общностей. Как следствие повышаются требования к качеству работы инфраструктурных подразделений, возрастает неравномерность и неопределенность загрузок коммуникаций, роль коммерческих, информационных и других фирм посреднического характера, происходит сращивание инфраструктурных звеньев (транспортно-экспедиционное обслуживание, транспортно-складские системы, логистика и т.д.).

Наиболее существенное влияние на изменение требований народного хозяйства к инфраструктуре в ближайшей перспективе окажут следующие факторы:

социальная направленность развития экономики, приводящая к существенному сокращению темпов прироста продукции топливно-сырьевых отраслей и, соответственно, потребностей в ее транспортировке, складировании и т.п.;

формирование новой модели экономики, в которой возрастающую роль будут играть акционерные, кооперативные, частные и другие формы собственности, конъюнктура рынков товаров, рабочей силы и пр., в связи с чем следует ожидать увеличения колебаний интенсивности спроса на инфраструктурные услуги;

переход в нарастающих масштабах от фондируемого распределения ресурсов и готовой продукции производственно-технического назначения к торговле средствами производства на основе многообразных форм рыночных отношений, что неизбежно приведет к расширению функций инфраструктуры, изменению пропорций развития важнейших ее отраслей, созданию рынка транспортных и коммерческо-информационных услуг;

распад Союза ССР на ряд суверенных государств;

реализация принципов регионального управления в рамках единого экономического пространства. Это может существенно повлиять как на размещение новых промышленных предприятий, так и на изменение специализации действующих с целью первоочередного удовлетворения внутрирегиональных потребностей, привести к изменениям объемов и структуры услуг, транспортно-экономических связей, топологии и параметров сетей транспорта, складов, связи.

Развитие рыночных отношений и формирование рынка инфраструктурных услуг определяют изменения в структуре существующих форм собственности (весьма различающиеся по отраслям и подотраслям инфраструктуры), отношениях с клиентурой и производителями средств производства, способах установления и корректировки тарифов на инфраструктурные услуги.

Все это в конечном итоге оказывает влияние на изменение ресурсоемкости ПИ, эффективность ее деятельности.

2. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

ПИ является важнейшим элементом производственного потенциала страны и требует значительных затрат ресурсов (табл. 1). В инфраструктурных отраслях сконцентрировано более 26% основных производственных фондов; свыше 17% рабочих и служащих в народном хозяйстве; ежегодно в транспорт и связь в последние десятилетия вкладывалось 13—16% всех производственных капитальных вложений.

Доля инфраструктуры в валовом общественном продукте и национальном доходе относительно незначительна по сравнению с объемами потребляемых ею ресурсов. Действительно, удельный вес транспорта и связи в 1970—1989 гг. составлял порядка 4—5% валового общественного продукта и 5,5—6% национального дохода. Столь высокий уровень затрат на единицу производимой инфраструктурой продукции обусловлен, с одной стороны, технологическими особенностями производства услуг, с другой — существующим в настоящее время способом счета валового продукта производственной инфраструктуры, занижающим стоимостную оценку результата ее деятельности.

Приводимые цифры лишь частично отражают место инфраструктуры в народном

Таблица 1

Удельный вес отраслей производственной инфраструктуры в важнейших показателях общественного производства*

Отрасль	Год			
	1960	1970	1980	1989
Валовый общественный продукт				
Всего	7,6	7,6	7,9	8,2
В том числе:				
транспорт, связь	4,0	4,1	4,4	4,8
торговля, общественное питание, МТС, сбыт, заготовки	3,6	3,5	3,5	3,4**
Основные производственные фонды				
Всего	29,0	27,5	26,5	26,5
В том числе:				
транспорт, связь	23,7	21,9	20,8	21,0
торговля, общественное питание, МТС, сбыт, заготовки	5,3	5,6	5,7	5,5
Среднегодовая численность рабочих и служащих в народном хозяйстве				
Всего	18,8	18,7	19,2	17,5
В том числе:				
транспорт, связь	11,3	10,3	10,6	8,9
торговля, общественное питание, МТС, сбыт, заготовки	7,5	8,4	8,6	8,6
Производственные капитальные вложения				
Всего	19,2	17,8	19,6	16,1
В том числе:				
транспорт, связь	14,4	13,7	16,2	13,4
торговля, общественное питание, МТС, сбыт, заготовки	4,8	4,1	3,4	2,7**

*Таблица составлена на основе [2-5]. Данные по транспорту и связи рассчитаны в соответствии с классификацией, принятой в [3], и в части обслуживания материального производства.

**Экспертная оценка.

хозяйстве. Они не учитывают данных по другим видам инфраструктурной деятельности, а также по предприятиям инфраструктуры, организационно находящимся в отраслях промышленности, строительства, сельского хозяйства и непроизводственной сферы. Кроме того, часть ресурсов, относящихся к инфраструктуре, используется в обслуживании населения, но, согласно статистической практике, до последнего времени она не включалась в расчеты валового общественного продукта и национального дохода.

Падение доли инфраструктуры почти во всех основных производственных ресурсах прослеживается на всем протяжении рассматриваемого периода (за исключением одиннадцатой пятилетки). Это сказывается на функционировании данного комплекса. Отставание производственной инфраструктуры выражается в неполном удовлетворении потребностей народного хозяйства в услугах и снижении их качества. Так, например, на транспорте увеличился срок доставки грузов, ухудшилось обслуживание пассажиров. Степень удовлетворения рациональных норм обеспеченности телефонами составляет 26,6%, в междугородных переговорах — 22,4%. В большинстве городов с населением до 100 тыс. жителей, которых насчитывается более 80% их общего числа, сохраняются нецентрализованные источники водоснабжения. В значительной мере отстало развитие улично-дорожной сети в городах. При среднем нормативе около 3,5 км/км² территории в 1985 г. было всего лишь 1,2 км/км². Отставание материально-технического

снабжения выражается в невыполнении или отсутствии надежности выполнения поставок и услуг по объему, срокам, периодичности, номенклатуре (ассортименту) продукции, ее сохранности и техническому состоянию, ограниченности применяемых на практике прогрессивных форм и методов обслуживания потребителей.

Анализ материально-технической базы инфраструктуры показывает, что качественное состояние сетей и их протяженность не отвечают потребностям в перевозках; низок уровень развития стационарных производственных объектов и подвижного состава; практически для всех инфраструктурных отраслей характерно замедленное обновление основных фондов, ухудшаются показатели их использования. Недостаточны темпы внедрения прогрессивных технологий и, как следствие, в инфраструктурных отраслях велика доля ручного, неквалифицированного и тяжелого физического труда. Имеют место диспропорции в развитии отдельных элементов материально-технической базы: развитие постоянных устройств в основном отстает от роста подвижного состава, ремонтная база не соответствует изменениям в структуре технических средств и др.

В целом по производственной инфраструктуре, согласно межстрановым сопоставлениям на основе методов интегральной свертки (агрегирования частных инфраструктурных характеристик [1, 6, 7]), разрыв в уровнях развития инфраструктурного комплекса в нашей стране и развитых капиталистических странах оценивается в 5–7 раз. При этом указанный разрыв на протяжении ряда лет практически не уменьшается.

В значительной мере вследствие неудовлетворительного состояния материально-технической базы инфраструктуры ухудшается соотношение между результатами деятельности инфраструктурных отраслей и затратами на их функционирование и развитие, т.е. динамика удельных показателей эффективности. В частности, результаты анализа динамики важнейших показателей ресурсоемкости (фондо-, материало-, трудоемкости) таковы.

Фондоёмкость. Этот показатель по инфраструктуре в целом почти в 5 раз больше аналогичного показателя по всему народному хозяйству. За 1961–1989 гг. он вырос на 27%, что главным образом связано с удорожающими факторами — только в одиннадцатой пятилетке увеличение фондоёмкости транспорта на 70% объясняется влиянием этих факторов. В их числе на транспорте: сдвиг строительства в северные и восточные районы, повышение мощности и максимальной скорости движения технических средств транспорта, ужесточение социальных и экологических требований привели к значительному росту стоимости транспортных объектов. В отрасли "Связь" стоимость одного номера АТС за последние 20 лет выросла более чем в 3 раза.

Материалоемкость. Значительную часть материальных затрат инфраструктуры составляют энергозатраты. В отличие от большинства зарубежных стран показатель энергоёмкости в целом по транспорту в нашей стране имеет тенденцию к росту — только за годы одиннадцатой пятилетки он увеличился на 7%, хотя по отдельным видам транспорта наблюдается снижение энергоёмкости.

Трудоемкость. Отраслям ПИ присуща высокая трудоемкость. Она почти в 2 раза превышает аналогичный показатель по народному хозяйству. Отчетливо прослеживается тенденция к его снижению: за 1966–1989 гг. почти в 4 раза.

Важнейшая черта инфраструктурных отраслей — проявление основной доли эффекта от их развития и функционирования в обслуживаемых ими отраслях народного хозяйства, или наличие внешних (внеинфраструктурных) эффектов [1, 8]. Под внешними понимаются эффекты от деятельности инфраструктурного комплекса в целом, отдельных его отраслей или объектов, которые не находят полного отражения в характеристиках инфраструктурных отраслей и предприятий. Другими словами, внешний эффект — это экономия затрат (или прирост результатов) у потребителей инфраструктурных услуг, связанная с повышением их качества или количества и не находящая отражения в ценах на них.

Обследования реальных инфраструктурных объектов свидетельствуют, что стоимостная оценка внеинфраструктурных эффектов порой в десятки раз превышает оценку

эффекта внутреннего (т.е. разности между оцененной с помощью действующих тарифов стоимостью услуг и затратами на их производство).

К важнейшим видам внешних эффектов относится сокращение потерь в народном хозяйстве, связанных с недостаточным уровнем развития производственной инфраструктуры. При этом потери выступают как обобщающая стоимостная характеристика качества инфраструктурного обслуживания. Они включают "собственно потери", т.е. вызванные инфраструктурой непроизводительные затраты (в том числе простои), перерасход трудовых, материальных и денежных ресурсов, прямую утрату готовой продукции и так называемый недополученный эффект. Он оценивается количеством продукции, недопроизведенной вследствие несоответствия уровня развития производственной инфраструктуры потребностям народного хозяйства. Таким образом, к потерям относятся все виды дополнительных затрат, недополученных эффектов, прямых утрат продукции независимо от места их проявления: в самих инфраструктурных отраслях или в отраслях, обслуживаемых инфраструктурой.

Существующие формы учета и отчетности охватывают лишь незначительную долю потерь, связанных с функционированием производственной инфраструктуры. Имеющиеся в статистической отчетности данные о некоторых видах потерь [4] не позволяют с достаточной степенью точности установить источник их возникновения и, кроме того, по ряду причин являются заниженными по сравнению с реальным ущербом.

На основе анализа имеющихся на начало двенадцатой пятилетки статистических данных и экспертных оценок был установлен общий объем годовых потерь народного хозяйства из-за недостаточного развития производственной инфраструктуры. Он составил десятки миллиардов рублей, причем большая часть выявленных потерь (более 60%) представляла собой потери в обслуживаемых инфраструктурой сферах. Характер развития и качество функционирования ПИ в эти годы не дают оснований для вывода о снижении относительного уровня рассматриваемых потерь. Более логично предполагать, что в течение последних лет потери растут и составляют не менее 7% валового общественного продукта, т.е. около 110–115 млрд. руб. в год.

Дополнительную сложность в оценку потерь вносит переход к рыночным отношениям.

В конечном итоге развитие рынка явится самым действенным инструментом сокращения указанных потерь. Однако на сегодняшний день, когда процесс преобразования экономики только начинается, усиление хозяйственной самостоятельности предприятий может привести к плохо прогнозируемым воздействиям некачественного функционирования ПИ на экономику страны. Современный уровень развития инфраструктуры не может обеспечить необходимую гибкость, оперативность, маневренность в осуществлении связей между производителями и потребителями. Есть основания полагать, что это негативно сказывается и на уровне потерь.

Анализ динамики ПИ как одной из важнейших подсистем рыночной экономики позволяет выявить ряд кардинальных проблем ее развития на современном этапе.

Рассмотрим важнейшие из них.

1. **Согласование интересов потребителей и производителей инфраструктурных услуг.** Здесь прежде всего надо учитывать, что переход к рынку будет, с одной стороны, вызывать рост потребностей в подавляющем большинстве видов инфраструктурных услуг и существенно увеличивать нагрузку на инфраструктурные звенья, а с другой — рыночная система хозяйствования на многих предприятиях — потребителях этих услуг повлечет за собой снижение роста необоснованных заявок на них. Потребителям должна быть обеспечена гарантия осуществления инфраструктурных услуг в определенные сроки, сохранность передаваемой продукции и т.д.

2. **Преодоление тенденции запаздывания в развитии инфраструктуры по сравнению с обслуживаемыми ею отраслями.** Как было отмечено, необходимым условием эффективного развития экономики является опережающее или синхронное развитие отраслей инфраструктуры по сравнению с базисными, причем это положение должно иметь место как при соз-

дании любой производственной единицы в районах пионерного освоения, так и на освоенной территории. В противном случае не могут быть гарантированы столь важные для условий рынка надежность и своевременность предоставления инфраструктурных услуг, их высокое качество.

3. **Формирование комплекса ПИ.** Переход к рыночным отношениям ускорит объединение инфраструктурных подразделений, выполняющих в рамках конкретных территорий операции по транспортировке, хранению, погрузке-выгрузке, передаче информации и т.п. Усиление интегрирующих тенденций приведет к созданию систем типа логистических (как их принято называть за рубежом [9]). При организации перемещения, хранения, погрузки-разгрузки и прочих инфраструктурных операций как единого процесса, осуществляемого ПИ, удельные совокупные затраты ресурсов могут быть значительно уменьшены по сравнению с ситуацией, когда отдельные стадии или операции процесса обращения выполняются изолированно.

4. **Проблема наращивания производственных мощностей в сочетании с интенсификацией процессов в отраслях инфраструктуры.** Анализ состояния ПИ позволяет выделить факторы, наиболее сильно препятствующие достижению высокого качества процессов обращения, — так называемые "узкие места". К ним следует отнести такие элементы материально-технической базы производственной инфраструктуры, которые в наибольшей степени увеличивают массу продукции, отвлекаемой из сферы производства и потребления, прямые потери продукции при прохождении ею сферы обращения, перерасход ресурсов в звеньях ПИ на процессы обращения, избыточные затраты времени населения, тормозят рост коммуникабельности.

Перечень "узких мест" зависит от конкретного вида продукции, находящейся в процессе обращения (уголь, зерно, лес, руда и т.д.), и от территории, где функционируют звенья ПИ. Выделим следующие "узкие места":

- недостаточная протяженность автомобильных дорог с твердым покрытием, особенно в сельской местности, их неудовлетворительное техническое состояние;

- отставание материально-технического обеспечения автомобилизации в стране (гаражное строительство, стоянки, ремонтная база, транспортные развязки в городах);

- дефицит пропускных способностей на части сети магистральных дорог; отставание развития технических станций и прилегающих к ним участков на железных дорогах, недостаточная протяженность станционных путей, сверхнормативный износ пути на значительной части дорог;

- дефицит хранилищ всех видов продукции и крайне неудовлетворительное состояние складских помещений; низкий технический уровень их оборудования;

- недостаток погрузочно-разгрузочных механизмов и их низкий технический уровень;

- недостаточное количество специализированного подвижного состава, чрезмерная изношенность его практически на всех видах транспорта; техническая несопряженность подвижного состава с погрузочно-разгрузочными механизмами; отсутствие комфортабельных пассажирских транспортных средств;

- слабая ремонтная база;

- нехватка тары, ее нерациональная структура;

- отсутствие необходимого количества каналов первичной сети связи и недостаточная автоматизация междугородной телефонной сети; неприспособленность первичной и вторичной сетей для обмена информацией между ЭВМ;

- низкий уровень развития сетей тепло-, водо-, электро-, газоснабжения, канализации в населенных пунктах, низкое качество и высокая степень износа коммуникаций.

Стратегия развития производственной инфраструктуры должна быть ориентирована на решение задач, обеспечивающих максимальную эффективность функционирования народного хозяйства и прежде всего расшивку "узких мест". Эти задачи однотипны для всех инфраструктурных отраслей: следует предусмотреть рост протяженности и улучшение качественного состояния сетей; ускорение обновления действующих фондов, внедрение прогрессивных видов техники и технологий. Таким образом, в области ПИ

речь идет о необходимости реализации стратегии рационального сочетания интенсивных и экстенсивных методов хозяйствования.

5. Создание экономически оправданных резервов. Значительные внутригодовые, сезонные и месячные колебания в загрузке элементов инфраструктуры и другие их особенности требуют создания на инфраструктурных объектах существенно больших резервов, чем, например, на стационарных промышленных объектах. При переходе к рыночным отношениям надо предусмотреть дополнительное увеличение резервов мощностей инфраструктурного комплекса. Это объясняется изменениями транспортно-экономических связей, усилением неравномерности загрузки объектов инфраструктуры, появлением "новых" перегруженных направлений на транспорте, в связи и т.п.

Представляя собой важный элемент экономики, ПИ в то же время и сама является сложной социально-экономической системой. Это отражается в ее характеристиках: приходится строить специальные системы параметров, позволяющие учитывать специфику инфраструктуры (потребление продукции в процессе ее производства, сетевой характер объектов, большую неравномерность их загрузок, значительный внешний эффект и т.п.). Причем для многих из них получается сложная и переменная во времени структура. Не останавливаясь детально на особенностях формирования показателей функционирования и развития ПИ (этим вопросам, в том числе в региональном разрезе, посвящена обширная литература — см., например, [1, 10–16]), отметим лишь одно свойство инфраструктурных характеристик. Параметры, необходимые для решения задач анализа и прогнозирования развития ПИ как целостного объекта, взаимодействия инфраструктуры и обслуживаемых отраслей, а также задач управления ею как сложной системой, носят обычно обобщающий характер. Они объединяют ряд частных показателей, интегрируют влияние различных структурных и факторных составляющих по отраслям и подсистемам инфраструктуры, аккумулируют их динамику. Соответственно при этом приходится определять оценки динамики характеристик инфраструктуры в зависимости от изменений их структурных компонент.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ РЕСУРСОЕМКОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Сравнительный анализ динамики ресурсоемкости ПИ (по всей стране, отдельным ее регионам и др.) обычно производится путем изучения изменений во времени важнейших частных показателей, таких, как фондо-, трудо-, материалоемкость. Однако даже на уровне тенденций не складывается общая картина, так как указанные изменения, как правило, разнонаправленны и в итоге для ответа на вопрос — растет или падает ресурсоемкость в ПИ — необходимо на основе частных показателей тем или иным способом формировать обобщающий — интегральную ресурсоемкость ПИ. Для момента времени (года) t этот показатель $r(t)$ естественно определить как отношение обобщенного расхода ресурсов $R(t)$ в ПИ к объему произведенной ею продукции $\Pi(t)$, т.е.

$$r(t) = \frac{R(t)}{\Pi(t)} \quad (1)$$

Как частные, так и обобщенные показатели ресурсоемкости ПИ могут относиться и к инфраструктуре в целом, и к любым ее подсистемам. Другими словами, структуру ресурсоемкости можно анализировать и по видам ресурсов, и по элементам инфраструктуры, причем возникают следующие задачи. Оценить динамику ресурсоемкости инфраструктуры:

- 1) под влиянием известных изменений ее материалоемкости, фондоёмкости и т.п.;
- 2) под воздействием известных изменений ресурсоемкости отдельных ее подсистем;
- 3) под влиянием изменений частных показателей ресурсоемкости (по видам ресурсов), относящихся к отдельным элементам или подсистемам инфраструктурного комплекса.

Для задач такого типа, решение которых предполагает анализ структуры исследуемых показателей, может оказаться полезным излагаемый ниже подход.

Пусть в качестве основного измерителя динамики ресурсоемкости выбран темп ее прироста $\beta r(t, \Delta t)^*$, т.е. в момент времени (год) t и за период Δt

$$\beta r(t, \Delta t) = \frac{r(t + \Delta t) - r(t)}{r(t)}, \quad (2)$$

и пусть для анализа интегральной ресурсоемкости по структуре потребляемых ресурсов используется ее представление

$$r(t) = \sum_j r_j(t) = \frac{R(t)}{\Pi(t)} = \frac{\sum_j R_j(t)}{\Pi(t)}, \quad (3)$$

где $R_j(t)$ — стоимостная оценка расхода ресурса вида j ;

$$r_j(t) = R_j(t)/\Pi(t) \quad (4)$$

— частные (по видам ресурсов) показатели ресурсоемкости.

Тогда, исходя из определения $\beta r(t)$ согласно (2), можно показать, что в случае представления $r(t)$ по (3) имеет место соотношение

$$\beta r(t) = \sum_j \beta r_j(t) v_j^R(t), \quad (5)$$

где $v_j^R(t)$ — структура потребляемого ресурса $R(t)$ по видам ресурсов, т.е. $v_j^R(t) = R_j(t)/R(t)$; $\sum_j v_j^R(t) = 1$.

С помощью (5) можно ответить на первый вопрос, т.е. оценить динамику интегральной ресурсоемкости инфраструктуры под влиянием изменений ее материалоемкости, фондоемкости и т.п.

Пример 1. Пусть r_1 — материалоемкость, r_2 — фондоемкость, r_3 — трудоемкость, а под инфраструктурой понимается только транспорт и связь. Тогда предположим, что по данным года t темп прироста материалоемкости инфраструктуры составил 1,8, фондоемкости — 2,5, а трудоемкость упала на 1%**. Кроме того, пусть известно, что структура потребляемых инфраструктурой ресурсов в году t была следующей: удельный вес стоимости материальных ресурсов — 25, годового прироста стоимости основных производственных фондов — 35 и стоимости трудовых ресурсов — 40%. Исходя из (5) можно рассчитать, что темп прироста показателя интегральной ресурсоемкости в рассматриваемом году составил: $\beta r = 0,018 \times 0,25 + 0,025 \times 0,35 - 0,01 \times 0,40 = 0,00925 \cong 0,9\%$.

Пример показывает, какую роль в расчетах динамики ресурсоемкости играет структура потребляемых ресурсов. Во-первых, сам факт ее учета вносит значительное уточнение в расчет. Темп прироста интегрального показателя ресурсоемкости получается на 2,4% меньше, чем когда считают, игнорируя (5) и суммируя непосредственно темпы прироста частных показателей ресурсоемкости. Во-вторых, на величину темпа прироста интегрального показателя могут оказать существенное влияние не только темпы прироста частных показателей ресурсоемкости, но и удельные веса соответствующих видов ресурсов в общем их объеме. Так, наибольший удельный вес трудовых ресурсов в данном примере при падении трудоемкости лишь на 1% вызывает такое снижение роста обобщающего показателя, которое практически нивелирует его увеличение из-за почти 2% прироста материалоемкости.

Если $r(t)$ — показатель интегральной ресурсоемкости инфраструктуры в целом, а $\hat{r}_s(t)$ — ее подсистемы s , то для $r(t)$ имеет место

$$r(t) = \sum_j \hat{r}_s(t) v_s^\Pi(t), \quad (6)$$

* Далее для упрощения записи темп прироста будет обозначаться $\beta r(t)$.

** Примеры носят иллюстративный характер, и цифры здесь и далее условные.

где $v_s^\Pi(t)$ — структура продукции инфраструктуры $\Pi(t)$ по ее подсистемам s (доходов $\Pi_s(t)$ от выполнения услуг каждой подсистемой) т.е. $v_s^\Pi(t) = \Pi_s(t)/\Pi(t)$, $\sum_s v_s^\Pi(t) = 1$.

Это представление может быть использовано для анализа структуры ресурсоемкости по подсистемам инфраструктуры. Действительно, исходя из (2), нетрудно получить соотношение

$$\beta r(t) = \sum_s [\beta \hat{r}_s(t) + \beta v_s^\Pi(t) + \beta \hat{r}_s(t) \beta v_s^\Pi(t)] v_s^R(t), \quad (7)$$

где $v_s^R(t)$ — структура потребляемого инфраструктурой ресурса $R(t)$ по подсистемам, т.е. $v_s^R(t) = \hat{R}_s(t)/R(t)$; $\sum_s v_s^R(t) = 1$ и $\hat{R}_s(t)$ — объем ресурса, потребляемого подсистемой s .

Формула (7) позволяет ответить на второй вопрос, т.е. оценить динамику ресурсоемкости инфраструктурного комплекса под влиянием изменений ресурсоемкости отдельных его подсистем.

Пример 2. Предположим, что под инфраструктурой понимается только транспорт и связь. Пусть в году t темп прироста интегрального показателя ресурсоемкости транспорта составил 0,8, а связи — 1,2%. Кроме того известно, что темп изменения структуры продукции по подсистемам инфраструктурного комплекса таков: доля продукции транспорта упала на 5 проц. пунктов (с 0,8 до 0,75), что привело к снижению значения этого структурного коэффициента на 6%, а доля продукции связи соответственно поднялась на 5 проц. пунктов (с 0,2 до 0,25), т.е. этот коэффициент вырос на 25%. Так же задана структура потребления обобщенного ресурса отдельными инфраструктурными подсистемами в рассматриваемом году: транспорт — 86 и связь — 14%. Тогда, исходя из (7), можно рассчитать темп прироста ресурсоемкости для всего инфраструктурного комплекса: $\beta r = (0,008 - 0,06 - 0,008 \cdot 0,06)0,86 + (0,012 + 0,25 + 0,012 \cdot 0,25)0,14 = -0,00803 \approx -0,8\%$.

Итак, наблюдается падение ресурсоемкости всего инфраструктурного комплекса, в то время как ресурсоемкость отдельных отраслей инфраструктуры растет. Этот эффект может быть объяснен сдвигами в структуре продукции комплекса.

Для того чтобы ответить на третий вопрос, т.е. оценить динамику ресурсоемкости инфраструктуры под влиянием изменений частных показателей ресурсоемкости (по видам ресурсов), относящихся к отдельным подсистемам инфраструктуры, можно получить соотношение

$$\beta r(t) = \sum_{j,s} \beta r_{js}(t) v_j^R(t) v_s^R(t) (1 + \beta v_s^\Pi(t)) + \sum_s \beta v_s^\Pi(t) v_s^R(t), \quad (8)$$

где $r_{js}(t) = R_{js}(t)/\Pi_s(t)$ — частные (по видам ресурсов j) показатели ресурсоемкости подсистемы s ; $R_{js}(t)$ — расход в подсистеме s ресурса j в год t и $\hat{R}_s(t) = \sum_j R_{js}(t)$; при этом в (8) $v_j^R(t)$ — структура потребляемого подсистемой s ресурса $R_s(t)$ по видам ресурсов, т.е. $v_j^R(t) = R_{js}(t)/\hat{R}_s(t)$; $\sum_j v_j^R(t) = 1$.

Соотношение (8) легко выводится из (7) при подстановке в нее разложения (5), справедливого как для $r(t)$ в целом, так и для $\hat{r}_s(t)$

$$\beta r_s(t) = \sum_j \beta r_{js}(t) v_j^R(t). \quad (9)$$

Пример 3. Пусть, как и в предыдущем примере, под инфраструктурой понимается транспорт и связь. Предположим, что по данным года t для транспорта темп прироста материалоемкости составил 1,7, фондоемкости — 2,1, а трудоемкость упала на 1,1%. Аналогичные цифры по связи: 1,3; 2,4; —1,3%.

Структура потребляемых ресурсов на транспорте в году t была такова: удельный вес стоимости материальных ресурсов 22%, удельный вес годового прироста стоимости

основных производственных фондов 40 и удельный вес стоимости трудовых ресурсов — 38%. Аналогичные цифры по связи: 26, 53, 21%.

Кроме того, пусть известно, как и в примере 2, что темп изменения структуры продукции по инфраструктурным подсистемам следующий: снижение доли транспорта на 6 и увеличение доли связи на 25%.

И наконец, структура потребления обобщенного ресурса по инфраструктурным подсистемам в рассматриваемом году: на транспорте — 86 и в связи — 14%.

Тогда, исходя из (8), можно рассчитать темп прироста ресурсоемкости для всего инфраструктурного комплекса: $\beta r = (0,017 \cdot 0,22 + 0,021 \cdot 0,40 - 0,011 \cdot 0,38) (1 - 0,06) 0,86 + (0,013 \cdot 0,26 + 0,024 \cdot 0,53 - 0,013 \cdot 0,21) (1 + 0,25) 0,14 + (-0,06) 0,86 + 0,25 \cdot 0,14 = -0,00782 \cong -0,8\%$.

Таким образом, примеры показывают, хотя и на условных цифрах, какую роль в расчетах значений удельных показателей играют характеристики структуры рассматриваемых сложных систем. В частности, из примера 3 видно, что даже при росте интегральной ресурсоемкости отдельных подсистем инфраструктуры (на 0,79% по транспорту и на 1,33% по связи) получается падение интегральной ресурсоемкости по системе в целом (на 0,8%) из-за сдвигов прежде всего в структуре продукции инфраструктуры по ее подсистемам.

Формулы (5), (7), (8) позволяют ответить еще на ряд вопросов. Например, исходя из (7), можно оценить воздействие на динамику интегральной ресурсоемкости не только изменений ресурсоемкостей подсистем, но и структуры продукции комплекса по подсистемам, а также учесть влияние взаимодействия подсистем. Последняя составляющая оценки рассчитывается, исходя из одновременного изменения ресурсоемкостей подсистем и соответствующей структуры продукции.

Если в качестве измерителя динамики ресурсоемкости $r(t)$ вместо дискретного темпа прироста $\beta r(t)$ использовать его непрерывный аналог [17]

$$\mu r(t) = (\ln r(t))', \quad (10)$$

то, как и в дискретном случае, нетрудно получить соотношение между $\mu r(t)$ и его структурными компонентами для решения задач 1) — 3).

В самом деле, согласно определению (10) и представлению $r(t)$ в виде (3), для анализа интегральной ресурсоемкости по структуре потребляемых ресурсов имеем соотношение, идентичное (5)

$$\mu r(t) = \sum_j \mu r_j(t) v_j^R(t). \quad (5')$$

Аналогичным образом для $r(t)$, представляемого в виде (6),

$$\mu r(t) = \sum_s [\mu \hat{r}_s(t) + \mu v_s^\Pi(t)] v_s^R(t), \quad (7')$$

которое позволяет анализировать структуру ресурсоемкости по подсистемам инфраструктуры.

Учитывая, что (5') справедливо и для $\mu \hat{r}_s(t)$ при любом s , из (7') следует непрерывный аналог (8)

$$\mu r(t) = \sum_{j,s} \mu r_{js}(t) v_j^R(t) v_s^R(t) + \sum_s \mu v_s^\Pi(t) v_s^R(t). \quad (8')$$

Сравнение (7) и (7'), (8) и (8') показывает, что различие состоит в следующем: в дискретном случае в формулах присутствует дополнительное слагаемое, нелинейное относительно темпов прироста рассматриваемых факторов. Так, в (7) оно имеет вид

$$\sum_s \beta \hat{r}_s(t) \beta v_s^\Pi(t) v_s^R(t). \quad (11)$$

Эта величина отражает взаимовлияние динамики учитываемых структурных компонент. Можно показать, что, когда значения дискретных темпов прироста и Δt достаточно

малы, исключение нелинейных слагаемых в (7) и (8) привносит относительно небольшую погрешность. (В примерах 2 и 3 погрешность такого рода составила: 0,09 для данных примера 2 и 0,7% — для примера 3.) В таких случаях на практике можно пользоваться формулами (7'), (8'), упрощенными по сравнению с (7) и (8) за счет отбрасывания нелинейных слагаемых*.

При таком переходе от дискретного случая к непрерывному, как это часто допускается в макроэкономическом анализе, ценой относительно небольших погрешностей удается представить темп прироста исследуемого показателя в виде взвешенной суммы темпов прироста всех его структурных компонент, используя в качестве весов коэффициенты эластичности по соответствующим факторам.

Тем не менее важно заметить, что расчеты, выполненные на реальных данных (например, для анализа динамики обобщающих характеристик ресурсоемкости транспортного комплекса [23], а также характеристик транспортных затрат на перевозку определенных групп грузов [24]), показывают, что погрешность применения (7'), (8') для дискретного темпа прироста может быть весьма ощутима**. Прежде всего это связано с распространенным при макроэкономическом подходе анализом данных по пятилетиям (информация о динамике рассматриваемых характеристик и их структурных компонент в более детальном временном разрезе, например последовательно по годам, к тому же часто бывает труднодоступной).

При расчете по пятилетиям нарушается также предпосылка о малости величины прироста всех структурных компонент рассматриваемого показателя: скачки динамики, сглаживаемые на агрегированном уровне рассмотрения макроэкономических или отраслевых показателей в целом, достаточно заметно проявляются при углублении в его структуру и анализе динамики большого количества его детализированных составляющих.

В итоге в реальных расчетах по (7'), (8') может возникать значительная погрешность приближения, связанная с исключением нелинейных относительно $\beta r_j(t)$ составляющих. Содержательно это связано с тем, что при использовании только линейного (по $\beta r_j(t)$) разложения не учитывается взаимовлияние факторов, взаимодействие подсистем и т.п., которое может давать весьма существенный вклад в итоговую динамику исследуемого показателя. В таких случаях использование непрерывных аналогов для $\beta r(t)$ и $\beta r_j(t)$ становится неправомерным, и для анализа динамики в терминах дискретного темпа прироста можно пользоваться только обычным его определением и соответствующими формулами (5), (7) и (8). Их применение позволяет объяснить динамику рассматриваемого показателя и вклады в нее основных влияющих факторов, исходя из анализа его структуры по видам ресурсов, по подсистемам и т.п. В табл. 2 приведены результаты расчета итоговой величины и слагаемых динамики интегральной ресурсоемкости транспорта, относящиеся к девятой — одиннадцатой пятилеткам. При анализе ее по видам ресурсов в качестве факторов выступают частные показатели ресурсоемкости — фондо-, материало-, трудоемкости. Тогда итоговая величина динамики интегральной ресурсоемкости представляется в виде суммы слагаемых (вкладов), каждый из которых рассчитывается, согласно (5), как произведение темпа прироста частной ресурсоемкости и удельного веса соответствующего вида ресурса в их общем объеме (1 часть табл. 2).

При анализе динамики интегральной ресурсоемкости по подсистемам факторами являются показатели интегральной ресурсоемкости по отдельным видам транспорта и соответствующая структура продукции. Тогда в соответствии с (7) итоговая величина представляется в виде суммы следующих слагаемых: вкладов динамики показателей интегральной ресурсоемкости по отдельным подсистемам, а также суммарных вкладов

*Этот прием перехода от дискретных величин $\beta r(t)$ к их непрерывным аналогам широко используется в экономической литературе (см., например, [18–22]).

**В [23, 24] допущена неточность: для анализа дискретного темпа прироста показателей предложено использовать формулы типа (7') и (8'), соответствующие непрерывному случаю, но не оговорены последствия такого перехода при нарушении исходных предпосылок, что часто имеет место в реальных расчетах.

Динамика интегральной ресурсоемкости транспорта и вклады в нее основных факторов, %

Вид задач	Показатель	Годы		
		1971—1975	1976—1980	1981—1985
Вклады в динамику интегральной ресурсоемкости	Анализ по ресурсам			
	I фондоемкости транспорта	5,86	11,35	16,29
	материалоемкости транспорта	-0,75	0,08	0,54
	трудоемкости транспорта	0	2,75	-0,54
	Анализ по подсистемам			
	II ресурсоемкости железнодорожного транспорта	6,16	16,42	16,34
	ресурсоемкости морского транспорта	-1,06	-0,72	0,47
	ресурсоемкости речного транспорта	0,31	-0,14	1,02
	структуры продукции	0,32	-0,18	-0,95
	взаимодействия факторов	-0,62	-1,20	-0,59
	Анализ по ресурсам и подсистемам			
	III фондоемкости железнодорожного транспорта	5,23	11,16	15,06
	материалоемкости железнодорожного транспорта	-0,23	0,57	0,63
	трудоемкости железнодорожного транспорта	1,16	4,69	0,65
	фондоемкости морского транспорта	-0,08	-0,05	0,86
	материалоемкости морского транспорта	-0,51	-0,36	-0,02
	трудоемкости морского транспорта	-0,47	-0,31	-0,37
	фондоемкости речного транспорта	0,41	0,32	1,09
	материалоемкости речного транспорта	-0,09	-0,06	0,05
	трудоемкости речного транспорта	-0,01	-0,40	-0,12
	структуры продукции	0,32	-0,18	-0,95
	взаимодействия факторов	-0,62	-1,20	-0,59
Динамика интегральной ресурсоемкости		5,11	14,18	16,29

за счет изменения структуры продукции по подсистемам и взаимодействия факторов (II часть табл. 2).

При исследовании динамики интегральной ресурсоемкости и по видам ресурсов, и по подсистемам факторами служат частные показатели ресурсоемкости по отдельным видам транспорта и структура продукции. Итоговая величина представляется в виде суммы слагаемых, определяемых по (8) (III часть табл. 2).

Нетрудно видеть, что по каждой из частей табл. 2 суммы слагаемых по столбцам равны соответствующим значениям показателей динамики интегральной ресурсоемкости, представленных в последней ее строке.

Рассчитывая с помощью представленных формул $\beta r(t_1)$, $\beta r(t_2)$, ..., $\beta r(t_{n-1})$, где t_1 , ..., t_{n-1} — годы рассматриваемого периода $[t_0, t_n]$, можно получать прогнозное значение ресурсоемкости

$$r(t_n) = r(t_0) \prod_{i=1}^{i=n-1} (1 + \beta r(t_i)). \quad (12)$$

Предполагается при этом, что для прогнозирования динамики всех структурных компонент, включаемых в обобщающие показатели, могут быть использованы любые из известных методов прогнозирования, в том числе и экспертные оценки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системный анализ инфраструктуры как элемента народного хозяйства: Препринт. М.: ВНИИСИ, 1981.
2. Лившиц В.Н. Научно-техническая революция и проблемы развития производственной инфраструктуры // Научно-техническая революция и социалистическая система хозяйства. М.: Экономика, 1983.

3. Народное хозяйство СССР в 1989 году. Стат. ежегодник. М.: Финансы и статистика, 1990.
4. Транспорт и связь СССР. М.: Финансы и статистика, 1990.
5. Соловьев Н.С. Производственная инфраструктура // Экон. газета. 1982. № 17.
6. Черноок А., Эрлих Е., Силади Д. Инфраструктура в международном сопоставлении (1860–1968 гг.). Будапешт, 1974.
7. Белоусова Н.И. Статистические методы системного анализа уровня развития производственной инфраструктуры // Статистика инфраструктуры. М.: Наука, 1987.
8. Тараканова И.А. О методике учета эффекта от функционирования и развития инфраструктуры // Проблемы функционирования и развития инфраструктуры народного хозяйства. М.: ВНИИСИ, 1979.
9. Shapiro R.D., Heskett J.L. Logistics Strategy. Cases and Concepts. St. Paul. 1985.
10. Проблемы функционирования и развития инфраструктуры народного хозяйства. М.: ВНИИСИ, 1979–1990 гг.
11. Научно-технический прогресс и структура общественного производства. М.: Наука, 1982.
12. Орешин В.П. Планирование производственной инфраструктуры: комплексный подход. М.: Экономика, 1986.
13. Котилко В.В. Производственная инфраструктура (размещение и территориальное планирование). М.: Наука, 1986.
14. Ковалев Н.Р. Региональная производственная инфраструктура: планирование и интенсификация. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1987.
15. Лившиц В.Н. Системный анализ экономических процессов на транспорте. М.: Транспорт, 1986.
16. Канторович Л.В. Проблемы эффективного использования и развития транспорта. М.: Наука, 1989.
17. Гранберг А.Г. Моделирование социалистической экономики. М.: Экономика, 1988.
18. Томс М., Гаек М. Процесс интенсификации и прогнозирования роста эффективности чехословацкой экономики // Методологические проблемы социально-экономического прогнозирования в странах – членах СЭВ. М.: ЦЭМИ АН СССР, 1985.
19. Журавлев С.Н. Структурные сдвиги в экономике: факторы, влияние на эффективность и рост (методы оценки) // Экономика и мат. методы. 1986. Т. XXII. Вып. 3.
20. Коссов В.В. О темпах в развитом социалистическом обществе // Экономика и мат. методы. 1980. Т. XVI. Вып. 1.
21. Казинец Л.С. Темпы роста и структурные сдвиги в экономике (показатели планирования и статистики). М.: Экономика, 1981.
22. Яременко Ю.В. Структурные сдвиги в экономике. М.: Экономика, 1981.
23. Васильева Е.М., Фролова М.П. Методические подходы к анализу и прогнозированию ресурсоемкости инфраструктуры // Проблемы функционирования и развития инфраструктуры народного хозяйства. Вып. 6. М.: ВНИИСИ, 1990.
24. Васильева Е.М., Ключникова Н.М., Сафронов Б.И. Методические подходы к анализу транспортного комплекса на основе модели межотраслевого баланса // Вопр. создания АСПР. Вып. 98. М.: ГВЦ Госплана СССР, 1990.

Поступила в редакцию
20 XI 1991