

3.2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РЫНОЧНЫХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАТНЫХ ДОРОГ¹

Бушанский С.П., к.э.н., старший научный сотрудник

Центральный экономико-математический институт Российской академии наук

[Перейти на Главное МЕНЮ](#)
[Вернуться к СОДЕРЖАНИЮ](#)

В статье рассмотрены, на примере сети типа «рыбка», задачи максимизации коммерческой и общественной эффективности в статическом сечении и проанализированы возможности налогового-дотационной политики государства по смягчению противоречий между обществом и частным инвестором с учетом особенностей нестационарной экономики. Сформулированы условия, которые позволили бы эффективно использовать коммерческую мотивацию бизнеса в строительстве и эксплуатации платных дорог.

Теоретические преимущества платных дорог связаны с возможностями рациональной организации поездок (потоки автомобилей с помощью платы за проезд распределяются по маршрутам и времени суток так, чтобы снизить суммарные транспортные издержки), создания более гибкой системы финансирования дорог (недостаток бюджетных и внебюджетных средств компенсируется платой, взимаемой с пользователей, за улучшение качества дорожной инфраструктуры), а также внедрения рыночных механизмов в строительство и эксплуатацию дорог (при условии, что бизнесу становится выгодным поддерживать платную трассу в надлежащем состоянии, своевременно ее ремонтировать, реконструировать существующие или строить новые платные дороги).

Известно, что на нелинейных сетях в общем случае распределение потоков, обеспечивающее минимизацию суммарных пользовательских издержек и выбор маршрутов пользователями по критериям минимизации своих индивидуальных издержек, не совпадают. Минимум суммарных издержек обеспечивается распределением потоков по кратчайшим предельным издержкам системного критерия: для каждой корреспонденции предельные издержки используемых маршрутов равны между собой и не превышают издержек неиспользуемых маршрутов [5, с. 24]. Пользовательское равновесие соответствует равенству средних издержек: средние издержки используемых маршрутов равны и не превосходят средних издержек неиспользуемых маршрутов [2, с. 22].

Отношение издержек при пользовательском и системном равновесии зависит от степени загруженности сети. Если индивидуальные издержки могут быть выражены линейной аффинной функцией, это

соотношение (так называемый коэффициент анархии) не превышает $4/3$. При приближении потока к пропускной способности дороги темп роста издержек возрастает, что, в частности, отражено широко используемой функцией *BPR* (bureau of public road). Обычно используется *BPR*-функция 4-й степени, и в этом случае при пользовательском равновесии издержки могут возрасти максимум в 2,15 раза в сравнении с оптимальным решением [8].

Впервые предложил использовать плату за проезд (точнее, дифференцированное налогообложение) для стимулирования более выгодного распределения потоков по маршрутам английский экономист А.С. Пигу в своей книге «Экономическая теория благосостояния» на гипотетическом примере транспортной сети, состоящей из двух параллельных звеньев *ABD* и *ACD* и одной корреспонденции из *A* в *D*. Он предположил, что возможна ситуация, когда при равенстве издержек (trouble of driving) двух маршрутов перераспределение потоков существенно снизит издержки на одном маршруте и незначительно повысит их на другом. В таком случае правильно подобранное дополнительное налогообложение маршрута с более высокими природными издержками создаст более предпочтительную ситуацию [7].

Этот пример, критикуя выводы Пигу, развил Ф. Найт, американский экономист, в работе «Некоторые заблуждения в интерпретации общественных затрат». Он интерпретировал один из маршрутов (*C*) как широкую, без заторов, дорогу с неровной поверхностью, а альтернативную дорогу (*B*) – как узкую, но ровную. Обе дороги одинаковой протяженности. Водители, стремясь экономить свое время передвижения, будут выбирать узкую дорогу с хорошим покрытием, пока не возникнут затрудненные условия движения, и затраты времени не сравняются на обоих маршрутах. Введя налог за проезд на дороге *B*, часть потоков с этой дороги перейдет на широкую, при этом индивидуальные издержки на широкой дороге не повысятся, так как она не загружена, а издержки на узкой дороге снизятся. Таким образом, суммарные издержки станут меньше. Принимая этот вывод, Найт считает, что некорректность примера Пигу в том, что на лучшей дороге нет частного собственника. По его мнению, владелец узкой дороги взимал бы плату за более качественное обслуживание, равную идеальному налогу [7].

Однако совпадение величины идеального налога и платы за проезд, устанавливаемой, исходя из экономической мотивации собственника, возможно при ряде допущений, главное из которых – наличие большого количества альтернативных маршрутов, обслуживающих одну корреспонденцию [7], что практически нереально для транспортных сетей.

Полноценный частный собственник должен не только эксплуатировать дороги и осуществлять на собранные средства текущий ремонт, но и развивать сеть. Как следует из работы [9], оптимальное, с позиции общества, развитие дороги за счет самофинансирования (для модели сети из одной дороги и с растущим спросом на поездки при уменьшении транспортных издержек) без привлечения бюджет-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда, проект № 13-02-00140(а).

ных средств может быть достигнуто при следующих условиях:

- затраты на обеспечение платного проезда должны быть незначительны;
- дополнительный эффект в социально-производственной сфере от снижения транспортных издержек (так называемый внетранспортный эффект) отсутствует или незначителен;
- эластичность дорожной составляющей затрат к пропускной способности не меньше единицы;
- пользовательские выгоды от использования платной дороги соответствуют готовности платить за проезд.

Наиболее сложно оценить выгоды общества от использования рыночных механизмов в строительстве и эксплуатации платных дорог. Те организационные формы, в которых концессионная компания непосредственно участвует в строительстве, теоретически позволили бы создать механизмы заинтересованности в определении оптимального, с позиции общества, уровня инвестиций. Соответственно дополнительные расходы на обеспечение платного проезда и возможный рост транспортных затрат (в сравнении с бесплатным вариантом) компенсируются не только тем, что высвобождаются бюджетные средства, но и более рациональными проектными и строительными решениями.

На практике такие проекты в нестационарной экономике могут быть слишком сложным способом достижения цели. По сравнению с традиционным, полностью государственным, инвестированием они привлекают большое количество заинтересованных участников с противоречивыми интересами. Столкнувшись с трудностями при формировании среды, способствующей частным инвестициям, правительство, для того чтобы хоть как-то реализовать намеченные проекты, идет по пути субсидирования частных инвесторов и принимает на себя риски проекта, т.е. на практике делает все то, что собиралось теоретически переложить на частного инвестора в рамках государственно-частного партнерства. Коммерческие банки не склонны финансировать дорогие долгосрочные проекты, а привлечение иностранного капитала порождает дополнительные проблемы, одна из которых в том, что основные участники проекта могут быть заинтересованы скорее в продаже своего оборудования и услуг, чем в разработке и управлении инфраструктурой [6].

Рассмотрим, на теоретическом примере сети типа «рыбка» проблему сглаживания противоречий между заинтересованностью концессионера в получении как можно больших коммерческих выгод и интересами экономики в целом.

Пусть сеть состоит из двух участков движения, платном и параллельном ему бесплатном. Пользователи (водители, владельцы автомобилей или грузов – в зависимости от того, кто из них выбирает маршрут) как пассажирских, так и грузовых автомобилей разбиты на несколько групп, каждой соответствует своя функция пользовательских издержек, которой они руководствуются при выборе наилучшего для себя маршрута. Отличия в издержках между разными видами поездок для одного типа автомобилей могут быть вызваны, например, различием целей поездок, доходов водителей и пасса-

жиров, видов грузов, особенностями организации процесса грузоперевозок и т.п. Затраты времени на рабочие (деловые) поездки, поездки с работы – на работу оцениваются пользователями дорожке, чем поездки в так называемых культурно-бытовых целях. Чем выше доход пользователей, тем дорожке он оценивает свои затраты времени. Более высоко оцениваются издержки времени в неблагоприятных условиях движения и те затраты, которые могут непредсказуемо (с точки зрения пользователей) вырасти (например, на маршрутах, где нередко возникают заторы). Часть грузов требует срочной доставки, для таких перевозок фактор времени более критичен. Наконец, маршрут при грузоперевозках может выбирать водитель, организация-грузоперевозчик или владелец груза, что влияет и на оценку издержек маршрутов.

Рассматривается независимое статическое сечение. Единая динамическая задача может быть представлена в виде последовательности статических задач, совокупность оптимальных решений которых дает условный оптимум, если эти решения не нарушают условий исходной динамической задачи, в которых используются переменные, относящиеся к разным моментам времени [1, с. 70-75].

Максимизация коммерческого эффекта концессионера при ограничениях записывается условиями (1-8). Максимизируется разность между выручкой от платного проезда и затратами концессионера, включающими расходы на содержание и ремонт платной и альтернативной бесплатной дороги, и годовой стоимостью вложенного концессионером капитала:

$$\sum_i c_i \sum_n N_{in}^{nn} - d \phi - \phi^{nn} - I E^* g^* \rightarrow \max_{c, N, I, \phi^{nn}} \quad (1)$$

где c_i – тарифы за проезд автомобиля типа i ;

N_{in}^{nn}, N_{in} – поток (за год) автомобилей вида i (например, легковой, автобус или грузовой), соответственно, на платной и альтернативной дороге;

h – группа пользователей с однородной функцией издержек (для упрощения записи допустим, что количество разнородных групп пользователей одинаково для каждого типа автомобиля);

ϕ – функция затрат на содержание и ремонт бесплатной дороги, необходимых для обеспечения нормативного состояния дорог, зависящая от интенсивности и структуры движения автомобилей;

ϕ^{nn} – расходы на содержание платной дороги;

d – заданная доля концессионера в затратах на ремонт дорог альтернативного маршрута;

I – стоимость строительства / реконструкции платной дороги;

E^* – коммерческая норма дисконта платной дороги;

g^* – это коэффициент дисконтирования стоимости строительства к году начала эксплуатации объекта, $g^* = \sum_t g_t (1 + E^*)^t$;

g_i – лаговые коэффициенты по годам t строительства.

Издержки наилучшего, с точки зрения пользователя, маршрута не должны превышать издержек любого из двух возможных маршрутов:

$$f_{ih}^{min} - f_{ih}^{nn} \{z^{nn}, \phi^{nn}\} - c_i \leq 0, \forall i, h, \quad (2)$$

$$f_{ih}^{min} - f_{ih} \{z\} \leq 0, \forall i, h, \quad (3)$$

где f_{ih}^{nn}, f_{ih} – пользовательские индивидуальные издержки на платной и альтернативной дорогах;

f_{ih}^{min} – оценка снизу издержек кратчайшего маршрута;

z^{nn}, z – уровень загрузки дорог.

Принимается допущение, что объемы корреспонденции не зависят от уровня пользовательских издержек:

$$N_{ih} + N_{ih}^{nn} - A_{ih} = 0, \forall i, h, \quad (4)$$

где A_{ih} – заданный объем корреспонденции для типа автомобилей i и вида пользователя h .

Уровень загрузки дорог равен отношению потока автомобилей, в условных приведенных единицах, к пропускной способности дороги:

$$\frac{\sum_h k_i N_{ih}^{nn}}{P^{nn} \{I\}} - z^{nn} = 0, \quad (5)$$

$$\frac{\sum_h k_i p_i N_{ih}}{P} - z = 0, \quad (6)$$

где P^{nn}, P – пропускная способность;

k_i – экзогенный коэффициент приведения смешанного потока автомобилей к однородному потоку, состоящему из легковых автомобилей, для легковых автомобилей $k_i = 1$;

p_i – экзогенный параметр, корректирующий коэффициент приведения грузовых автомобилей и автобусов на бесплатном маршруте, $p > 1$ в неблагоприятных условиях движения [4].

Если пользователи выбирают наилучшие для себя маршруты, должно выполняться равенство:

$$\sum_h N_{ih}^{nn} (f_{ih}^{min} - f_{ih}^{nn} - c_i) + \sum_h N_{ih} (f_{ih}^{min} - f_{ih}) = 0, \forall i \quad (7)$$

Автотранспортные потоки неотрицательны:

$$N_{ih} \geq 0, N_{ih}^{nn} \geq 0, \forall i, h. \quad (8)$$

В (1) учтены только результаты, непосредственно связанные с взиманием платы за проезд. Альтернативный маршрут может находиться в ведении организации, эксплуатирующей платную дорогу, и в этом случае по закону она обязана обеспечить своевременный ремонт дороги. Возможны особые договоренности в соглашении о концессии, по которым из выручки частично или полностью оплачивается ремонт дорог альтернативного маршрута². В рассмат-

риваемой модели расходы на ремонт альтернативного маршрута однозначно определяются потоком, т.е. они фиксированы при фиксированном потоке. Эти расходы могут интерпретироваться и как оптимальные (с позиции общества), включая расходы на реконструкцию бесплатной дороги в результате роста потоков, но сам выбор варианта ремонта или реконструкции является экзогенным в модели.

Расходы на текущий ремонт платной дороги, наоборот, могут быть различными при одинаковом потоке, и определяются в результате решения задачи (1-8), как и инвестиции. Согласно принятым упрощениям, в модели объем инвестиций влияет на пропускную способность, а расходы на ремонт – на состояние покрытия. Транспортные затраты зависят от уровня загрузки и состояния покрытия. Согласно принятым в Российской Федерации нормативно-методическим документам, пропускная способность уменьшается при увеличении доли средних и тяжелых грузовых автомобилей. В модели такое влияние не учитывается. Коэффициенты приведения k принимаются постоянными, хотя на самом деле для нелегковых автомобилей они возрастают при увеличении уровня загрузки. На участках дорог более низкой категории, где есть повороты с малыми радиусами и / или подъемы с большими уклонами, коэффициенты приведения возрастают, что отражено дополнительными коэффициентами p при вычислении уровня загрузки на бесплатной дороге.

Условия Лагранжа:

$$\frac{\partial L^k}{\partial c_i} = \sum_h (N_{ih}^{nn} - \mu_{ih2} - \mu_{i7} N_{ih}^{nn}) = 0, \forall i, \quad (9)$$

$$\frac{\partial L^k}{\partial N_{ih}} = -d \frac{\partial \phi}{\partial N_{ih}} + \mu_{i7} (f_{ih}^{min} - f_{ih}) + \mu_{ih4} + \mu_{i6} \frac{k_i p_i}{P} - \mu_{ih8} = 0, \forall i, h, \quad (10)$$

$$\frac{\partial L^k}{\partial N_{ih}^{nn}} = c_i + \mu_{i7} (f_{ih}^{min} - f_{ih}^{nn} - c_i) + \mu_{ih4} + \mu_{i5} \frac{k_i}{P^{nn}} - \mu_{ih9} = 0, \forall i, \quad (11)$$

$$\frac{\partial L^k}{\partial z} = -\sum_{i,h} \frac{\partial f_{ih}}{\partial z} (\mu_{ih3} + \mu_{i7} N_{ih}) - \mu_{i6} = 0, \quad (12)$$

$$\frac{\partial L^k}{\partial z^{nn}} = -\sum_{i,h} \frac{\partial f_{ih}^{nn}}{\partial z^{nn}} (\mu_{ih2} + \mu_{i7} N_{ih}^{nn}) - \mu_{i5} = 0, \quad (13)$$

$$\frac{\partial L^k}{\partial f_{ih}^{min}} = \mu_{ih2} + \mu_{ih3} + \mu_{i7} A_{ih} = 0, \quad (14)$$

$$\frac{\partial L^k}{\partial \phi^{nn}} = -1 - \sum_{i,h} \mu_{ih2} \frac{\partial f_{ih}^{nn}}{\partial \phi^{nn}} - \mu_{i7} \sum_{i,h} N_{ih}^{nn} \frac{\partial f_{ih}^{nn}}{\partial \phi^{nn}} = 0, \quad (15)$$

$$\frac{\partial L^k}{\partial I} = -E^k g^k - \mu_{i5} z^{nn} \frac{1}{P^{nn}} \frac{\partial P^{nn}}{\partial I} = 0, \quad (16)$$

где μ – множители Лагранжа;

² Что является предпочтительным вариантом, так как не возникает конфликта интересов между увеличением выручки от платного проезда и проведением качественных ремонтных

работ (включая минимизацию временного снижения пропускной способности) на альтернативном маршруте.

$\mu_{ih8} \geq 0, \mu_{ih9} \geq 0$. L^k – функция Лагранжа; приращение функции ϕ одинаково для потоков одного типа автомобилей независимо от группы пользователей h .

Предположим, что для одной и только одной группы пользователей всех типов автомобилей издержки двух альтернативных маршрутов равны между собой. Обозначим эти группы с целью упрощения записи одинаковым индексом \hat{h} .

Тогда из (9) следует, что:

$$\sum_h N_{ih}^{nn} = \mu_{ih2} + \mu_7 N_{ih}^{nn}, \forall i. \tag{17}$$

Действительно, если $f_{ih}^{min} < f_{ih}^{nn} + c_i$, то $\mu_{ih2} = 0$, и $N_{ih}^{nn} = 0$ в силу условия (7). А если $f_{ih}^{min} < f_{ih}$, то $\mu_{ih3} = 0$, $N_{ih} = 0$, и из условия (14) $\mu_7 N_{ih}^{nn} + \mu_{ih2} = 0$. Аналогично, для всех $h \neq \hat{h}$ равны нулю выражения $\mu_{ih3} + \mu_7 N_{ih}$. Поэтому:

$$\mu_6 = -\sum_i \frac{\partial f_{ih}}{\partial z} (\mu_{ih3} + \mu_7 N_{ih}^{nn}) = \tag{18}$$

$$= \sum_i \frac{\partial f_{ih}}{\partial z} (\mu_{ih2} + \mu_7 N_{ih}^{nn}) = \sum_i \frac{\partial f_{ih}}{\partial z} \sum_h N_{ih}^{nn},$$

$$\mu_5 = -\sum_i \frac{\partial f_{ih}^{nn}}{\partial z^{nn}} (\mu_{ih2} + \mu_7 N_{ih}^{nn}) = -\sum_i \frac{\partial f_{ih}^{nn}}{\partial z^{nn}} \sum_h N_{ih}^{nn} \tag{19}$$

Вычитая условие (10) из (11), получим (для положительных N_{ih} и N_{ih}^{nn}):

$$c_i = \sum_j \left(\frac{\partial f_{jh}^{nn}}{\partial z^{nn}} \frac{k_j}{P^{nn}} + \frac{\partial f_{jh}}{\partial z} \frac{k_j p_j}{P} \right) \sum_h N_{jh}^{nn} - d \frac{\partial \phi}{\partial N_i}, \forall i. \tag{20}$$

Если concessioner не оплачивает расходы по эксплуатации альтернативного маршрута, $d = 0$, и дороги обоих маршрутов относятся к одинаковой категории, $p_i = 1$, то соотношение коммерческих тарифов для разных типов автомобилей равно соотношению коэффициентов приведения.

Если $p_i > 1$, соотношение тарифов выше. Если $d=0$ или приращение эксплуатационных расходов $\frac{\partial \phi}{\partial N_i}$ относительно небольшая величина, то $c_i \geq 0$.

Рассмотрим задачу максимизации чистых общественных выгод для статического сечения при тех же допущениях и условиях (2-8):

$$-\sum_{i,h} (\hat{f}_{ih}^{nn} N_{ih}^{nn} + \hat{f}_{ih} N_{ih}) - \phi - \phi^{nn} - Egl \rightarrow \max_{i,N,\phi^{nn}}, \tag{21}$$

где E – социально-экономическая норма дисконта; $\hat{f}_{ih}^{nn}, \hat{f}_{ih}$ – транспортные издержки, с позиции общества, включая экологические затраты и ущерб от дорожно-транспортных происшествий;

g – это коэффициент приведения стоимости строительства к году начала эксплуатации объекта, $g = \sum_i g_i (1 + E)^i$.

Принимаем допущение, что объемы международного транзита равны нулю. Формально затраты на перевозки международных транзитных грузов, включая оплату тарифов за проезд, должны быть

исключены из критерия (21), и он должен измениться на величину

$$\sum_{i,s} (c_i N_{is}^{nn} + f_{is}^{nn} N_{is}^{nn} + f_{is} N_{is}), \tag{22}$$

где s – это индекс группы пользователей международного транзита.

Это усложнит дальнейшие аналитические условия, что неоправданно для целей данной статьи, учитывая крайне незначительную долю международного транзита в автомобильных потоках российских дорог. Из условий Лагранжа следует:

$$\frac{\partial L}{\partial c_i} = -\sum_h (\lambda_{ih2} + \lambda_7 N_{ih}^{nn}) = 0, \forall i, \tag{23}$$

$$\frac{\partial L}{\partial N_{ih}} = -\hat{f}_{ih} - \frac{\partial \phi}{\partial N_i} + \lambda_7 (f_{ih}^{min} - f_{ih}) + \lambda_{ih4} + \lambda_6 \frac{k_i p_i}{P} - \lambda_{ih8} = 0, \forall i, h, \tag{24}$$

$$\frac{\partial L}{\partial N_{ih}^{nn}} = -\hat{f}_{ih}^{nn} + \lambda_7 (f_{ih}^{min} - f_{ih}^{nn} - c_{ih}) + \lambda_{ih4} + \lambda_5 \frac{k_i}{P^{nn}} - \lambda_{ih9} = 0, \forall i, h, \tag{25}$$

$$\frac{\partial L}{\partial z} = -\sum_{i,h} \frac{\partial \hat{f}_{ih}}{\partial z} N_{ih} - \sum_{i,h} \frac{\partial f_{ih}}{\partial z} (\lambda_{ih3} + \lambda_7 N_{ih}) - \lambda_6 = 0, \tag{26}$$

$$\frac{\partial L}{\partial z^{nn}} = -\sum_{i,h} \frac{\partial \hat{f}_{ih}^{nn}}{\partial z^{nn}} N_{ih}^{nn} - \sum_{i,h} \frac{\partial f_{ih}^{nn}}{\partial z^{nn}} (\lambda_{ih2} + \lambda_7 N_{ih}^{nn}) - \lambda_5 = 0, \tag{27}$$

$$\frac{\partial L}{\partial f_{ih}^{min}} = \lambda_{ih2} + \lambda_{ih3} + \lambda_7 A_{ih} = 0, \forall i, h, \tag{28}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \phi^{nn}} = -1 - \sum_{i,h} N_{ih}^{nn} \frac{\partial \hat{f}_{ih}^{nn}}{\partial \phi^{nn}} - \sum_{i,h} \lambda_{ih2} \frac{\partial f_{ih}^{nn}}{\partial \phi^{nn}} - \lambda_7 \sum_{i,h} N_{ih}^{nn} \frac{\partial f_{ih}^{nn}}{\partial \phi^{nn}} = 0 \tag{29}$$

$$\frac{\partial L}{\partial l} = -Eg - \lambda_5 z^{nn} \frac{1}{P^{nn}} \frac{\partial P^{nn}}{\partial l} = 0. \tag{30}$$

Если $f_{ih}^{min} < f_{ih}^{nn} + c_i$, то $\lambda_{ih2} = 0$ и $N_{ih}^{nn} = 0$, а если $f_{ih}^{min} < f_{ih}$, то $\lambda_{ih3} = 0$, $N_{ih} = 0$, и, из условия (28), $\lambda_{ih2} + \lambda_7 N_{ih}^{nn} = 0$. Поэтому из (23) следует, что $\lambda_{ih2} + \lambda_7 N_{ih}^{nn} = 0$.

Для всех $h \neq \hat{h}$ равны нулю выражения $\lambda_{ih3} + \lambda_7 N_{ih}$ и $\lambda_{ih2} + \lambda_7 N_{ih}^{nn}$. Поэтому:

$$\lambda_6 = -\sum_{i,h} \frac{\partial \hat{f}_{ih}}{\partial z} N_{ih}, \tag{31}$$

$$\lambda_5 = -\sum_{i,h} \frac{\partial \hat{f}_{ih}^{nn}}{\partial z^{nn}} N_{ih}^{nn}. \tag{32}$$

Вычитая условие (24) из (25), получим (для положительных N_{ih} и N_{ih}^{nn}):

$$c_i = \frac{k_i}{P^{nn}} \sum_{j,h} \frac{\partial \hat{f}_{jh}^{nn}}{\partial z^{nn}} N_{jh}^{nn} - \frac{k_i p_i}{P} \sum_{j,h} \frac{\partial \hat{f}_{jh}}{\partial z} N_{jh} - \frac{\partial \phi}{\partial N_i} - s_{ih}, \quad (33)$$

где s_{ih} – разность между экстерналиями альтернативного и платного маршрута:

$$s_{ih} = (\hat{f}_{ih} - f_{ih}) - (\hat{f}_{ih}^{nn} - f_{ih}^{nn}). \quad (34)$$

Если приростные расходы по эксплуатации альтернативного маршрута пропорциональны коэффициентам приведения, дороги обоих маршрутов относятся к одинаковой категории, $p_i = 1$, а экстерналии равны, $s_{ih} = 0$, то соотношение оптимальных общественных тарифов для разных типов автомобилей равно соотношению коэффициентов приведения. При $p_i > 1$ отношение тарифов меньше.

Проанализируем условия, при которых коммерческая заинтересованность приводит к достижению оптимального уровня инвестиций с позиции общества. Для этого необходимо соблюдение условия (35):

$$\frac{1}{P^{nn}} z^{nn} \frac{\partial P^{nn}}{\partial I} \sum_i S_i - E g + E^* g^* = 0, \quad (35)$$

$$S_i = \sum_h \frac{\partial \hat{f}_{ih}^{nn}}{\partial z^{nn}} N_{ih}^{nn} - \frac{\partial f_{ih}^{nn}}{\partial z^{nn}} \sum_h N_{ih}^{nn}. \quad (36)$$

Если левая часть (35) меньше нуля, объем инвестиций в платную дорогу, максимизирующий коммерческий эффект, будет выше оптимального³, с позиции общества, уровня, т.е. возникает переинвестирование платной дороги. Если положительно, то, наоборот, дорога будет недоинвестирована.

Согласно (35), расхождение в определении уровня инвестиций может быть вызвано тремя причинами: несоответствие коммерческой и общественной норм дисконта, различие общественных и пользовательских транспортных издержек, и неоднородность предельных индивидуальных издержек пользователей одной тарифной группы.

Общественные индивидуальные издержки \hat{f}_{ih}^{nn} отличаются от субъективных пользовательских издержек f_{ih}^{nn} тем, что, во-первых, в общественные издержки включены экстерналии (экологические затраты и ущерб от дорожно-транспортных происшествий), и, во-вторых, оценка каждого фактора, отражающая его вклад в благосостояние экономики в целом, может не совпадать с субъективной пользовательской оценкой.

Так, уровень заработной платы работника может быть занижен или завышен относительно объективной ценности его труда для общества. Чрезмерная неравномерность в доходах, характерная для российской экономики, приводит к неравномерности стоимостных оценок затрат своего времени разными группами пользователей. В расчетах общественной эффективности эта чрезмерная неравномерность должна быть скорректирована. От оценки затрат труда зависит стоимостная оценка затрат времени и, как следствие, предельные индивиду-

альные издержки, поскольку затраты времени растут с увеличением уровня загрузки дорог.

Различие предельных индивидуальных издержек разных групп пользователей пассажирского автотранспорта обусловлена прежде всего составляющей, которая зависит от увеличения затрат времени. Если платная дорога дает заметное преимущество во времени, то чем меньше доля потоков, выбравших платный маршрут, тем выше их экономия, зависящая от времени, и тем выше их предельные индивидуальные издержки относительно предельных издержек пользователей, выбравших альтернативный маршрут.

Если мы принимаем допущение, что оценка затрат своего времени пользователем совпадает с общественной оценкой, то величина S всегда больше нуля. Если исходить из того, что субъективная оценка затрат времени пользователей с высокими доходами завышена, а пользователей с низкими доходами – занижена, то при небольшой (по крайней мере, не больше половины) доле потоков корреспонденции, выбравших платный маршрут, значения s для пассажирских перевозок могут быть отрицательными.

Так как коммерческая норма дисконта выше общественной и $E^* g^* > E g$, то условие (35) не соблюдается, если $\sum_i S_i > 0$.

Расходы на ремонт и содержание платных дорог, определяемые концессионером исходя из максимизации своего эффекта, также могут быть как больше, так и меньше оптимального уровня. Совпадение с оптимальным уровнем определяется условием:

$$-\sum_{i,h} N_{ih}^{nn} \frac{\partial \hat{f}_{ih}^{nn}}{\partial \phi^{nn}} + \sum_i \frac{\partial f_{ih}^{nn}}{\partial \phi^{nn}} \sum_h N_{ih}^{nn} = 0. \quad (37)$$

Увеличение расходов на содержание дорог снижает эксплуатационные расходы автотранспорта и затраты времени водителей и пассажиров, при этом пользователи с более высокими доходами выигрывают больше. Закономерность изменения выражения (37) от доли потоков, выбравших платный маршрут, схожа с функцией S : сначала она убывает от нуля до некоторого отрицательного значения, затем начинает расти, становится положительной и максимальна для 100% уровня потоков. Соответственно, чрезмерные эксплуатационные расходы могут быть вызваны небольшой долей потоков, выбравших платную дорогу, а недостаточные расходы – значительной долей потоков на платном маршруте.

Коммерческие и общественные цены равны, если:

$$\frac{k_i}{P^{nn}} \sum_j S_j - \frac{\partial \phi}{\partial N_i} + d \frac{\partial \phi}{\partial N_i} - s_{ih} - \frac{k_i p_i}{P} \left(\sum_{j,h} \frac{\partial \hat{f}_{jh}}{\partial z} N_{jh} + \sum_j \frac{\partial f_{jh}}{\partial z} \sum_h N_{jh}^{nn} \right) = 0 \quad (38)$$

Для совпадения общественных и коммерческих цен необходимо, чтобы или $\sum_j S_j > 0$ и / или $s_{ih} < 0$,

а одновременное совпадение цен и объемов инвестиций возможно, только если $\sum_j S_j < 0$ и $s_{ih} < 0$.

Таким образом, совпадение общественных и коммерческих интересов может достигаться автоматич-

³ Далее в тексте термин «оптимальный» будет относиться к общественной эффективности, если не оговорено иное.

чески, без государственного регулирования, если плата вводится на дорогах с более высокими, чем на альтернативном бесплатном маршруте, экстерналиями, при небольшой доле потоков, выбравших платный маршрут. Практически это означает, что на альтернативном маршруте условия движения должны быть свободными, без заторов, а платный маршрут должен быть менее протяженным, более загруженным и обладать меньшей пропускной способностью (так как доля потоков, выбравших платный маршрут, должна быть небольшой, чтобы показатель S был отрицательным).

Платный проезд обычно вводится на магистралях с большой интенсивностью движения. Если альтернативная сеть не обладает высокой пропускной способностью (что соответствует российским условиям), значительная доля потоков проходит по платным дорогам, т.е. $s > 0$, и без корректного регулирования и инвестиции и расходы на содержание дорог будут ниже требуемого оптимального уровня.

Регулирующие меры могут затрагивать и платные дороги, и сеть дорог, и экономику в целом. Нестационарной экономике присущи достаточно резкие и плохо предсказуемые изменения макроэкономических показателей [3, с. 92-93]. Крупный бизнес не готов вкладываться в долгосрочные проекты и стремится получать более быструю отдачу от инвестиций, что делает более высокими требования к коммерческой норме доходности. Проведение корректных и продуманных институциональных изменений, пересмотр подходов к управлению экономической позволили бы снизить инвестиционные коммерческие риски и, как следствие, сблизить значения общественной и коммерческой норм дисконта.

Расхождение между субъективными и объективными индивидуальными транспортными издержками пользователей могут быть несколько нивелированы интернализацией внешних эффектов с помощью корректирующих налогов, учитывающих, например, экологические издержки от использования автомобилей.

Однородные (по взимаемому тарифу) виды автомобилей не совпадают с однородными (и по средним, и по предельным издержкам) группами пользователей. Из-за этого большинство пользователей платят за проезд меньше, чем они выигрывают, а концессионер, определяя наиболее выгодный для себя уровень инвестиций, ориентируется на издержки дополнительных пользователей платной дороги. Поэтому система льгот, например, для малоимущих пользователей, снижает показатель S .

Наконец, дотации и налоги меняют критерий коммерческой эффективности, тем самым влияя на решения концессионера. Перепишем критерий коммерческой (39) и общественной эффективности (40):

$$(1 + b^e)V + b^n - d\phi - (1 - b^3)\phi^{nn} - I(1 - b^k)E^k g^k \rightarrow \max_{c, N, I, \phi^{nn}} \quad (39)$$

где V – выручка от платного проезда;

b^e – заданный коэффициент, отражающий выплату дотаций (со знаком плюс) или налогов (со знаком минус) в зависимости от выручки;

b^n – дотационные выплаты, зависящие от уровня потоков на платной дороге;

b^k – заданный коэффициент, отражающий выплату дотаций / налогов в зависимости от объема инвестиций;

b^3 – заданный коэффициент, отражающий выплату дотаций / налогов концессионеру в зависимости от текущих расходов.

В (39) не включены объемы выплат дотаций концессионеру, не зависящие от других переменных модели, так как они не меняют функционал.:

$$\begin{aligned} & - \sum_{i,h} (\hat{f}_{ih}^{nn} N_{ih}^{nn} + \hat{f}_{ih} N_{ih}) - \phi - \phi^{nn} - Egl - \\ & - Eg(\sigma b^k I + \frac{\sigma}{1+E}(b^3 \phi^{nn} + b^e V + b^n)) \rightarrow \max_{I, N, \phi^{nn}} \end{aligned} \quad (40)$$

где σ – социально-экономический эффект, приведенный к первому году эксплуатации дороги, от альтернативного использования единицы дисконтированных бюджетных средств.

Условие совпадения объемов инвестиций, текущих расходов на ремонт и содержание платной дороги и уровня тарифов изменятся:

$$S \cdot \frac{1}{P^{nn}} z^{nn} \frac{\partial P^{nn}}{\partial I} - Eg(1 + \sigma b^k) + (1 - b^k)E^k g^k = 0 \quad (41)$$

$$S \cdot \sum_{i,h} \frac{\partial \hat{f}_{ih}^{nn}}{\partial z^{nn}} N_{ih}^{nn} - \sum_i \frac{\partial \hat{f}_{ih}^{nn}}{\partial z^{nn}} N_{ih}^{nn} [b^e (\frac{Eg\sigma}{1+E} + 1) + 1] \quad (42)$$

$$\begin{aligned} & - \sum N_{ih}^{nn} \frac{\partial \hat{f}_{ih}^{nn}}{\partial \phi^{nn}} + \\ & + \sum_i \frac{\partial \hat{f}_{ih}^{nn}}{\partial \phi^{nn}} \sum_h N_{ih}^{nn} [b^e (\frac{Eg\sigma}{1+E} + 1) + 1] - b^3 (\frac{Eg\sigma}{1+E} + 1) = 0 \end{aligned} \quad (43)$$

Аналог формулы (38) не приводим из-за ее громоздкости. Из (41) и (42) следует, что для платных дорог, привлекающих большую долю потоков корреспонденции, необходимы дотации, чтобы сблизить общественные и коммерческие интересы, а если доля потоков небольшая – налоги.

Выше мы сравнивали системный оптимум и оптимум с точки зрения частного инвестора, что не равнозначно сравнению ситуаций с полностью государственным управлением и управлением с привлечением рыночных механизмов, поскольку в идеале государство в лице своих управленцев должно стремиться к соблюдению общественных интересов, но практически может быть и не заинтересовано в этом.

Так как решение о привлечении частного инвестора принимается государством, и государством же формулируются условия для концессионного договора, государственное управление, по крайней мере, должно уметь выбирать из расчетных вариантов наилучший для общества.

Недостаточная эффективность государства может проявляться в том, что поиск более дешевых про-

ектных решений и строительных технологий ведется не слишком тщательно, существующие нормы вы не соответствуют наилучшим решениям, что приводит к завышению сметных затрат на строительство и эксплуатацию дороги в сравнении с оптимальным уровнем, а слабый контроль качества работ позволяет строительным организациям завышать и фактические затраты.

Определяя оптимальный уровень дотаций / налогов, необходимо учитывать и эти факторы:

$$\sum_i S_i \cdot \frac{1}{P^{nn}} \cdot z^{nn} \cdot \frac{k^n}{k^c} \cdot \frac{\partial P^{nn}}{\partial I} - \text{Eg}(1 + \sigma b^* k^\Phi) + (1 - b^* k^\Phi) E^* g^* = 0 \quad (44)$$

$$\sum_i S_i^{*'} - b^* k^\Phi \left(\frac{\text{Eg}\sigma}{1 + E} + 1 \right) = 0, \quad (45)$$

$$S^{*'} = - \frac{k^u}{k^c} \left[\sum N_{ih}^{nn} \frac{\partial \hat{f}_{ih}^{nn}}{\partial \phi^{nn}} + \sum_i \frac{\partial \hat{f}_{ih}^{nn}}{\partial \phi^{nn}} \sum_h N_{ih}^{nn} (b^e \left(\frac{\text{Eg}\sigma}{1 + E} + 1 \right) + 1) \right] J = 0 \quad (46)$$

здесь $\frac{\partial P^{nn}}{\partial I}$, $\frac{\partial \hat{f}_{ih}^{nn}}{\partial \phi^{nn}}$, $\frac{\partial \hat{f}_{ih}^{nn}}{\partial \phi^{nn}}$ – приращение показате-

лей пропускной способности, транспортных издержек при полностью государственном управлении, без привлечения частного инвестора;

k^c – экзогенный коэффициент потенциального снижения строительных и ремонтных затрат (при сохранении их качества), $k^c \leq 1$;

k^u – экзогенный коэффициент потенциального снижения транспортных издержек при сохранении уровня расходов на содержание и ремонт дорог ($k^u \leq 1$);

k^n – экзогенный коэффициент потенциального увеличения пропускной способности при сохранении уровня расходов в строительство ($k^n \geq 1$);

k^Φ – экзогенный коэффициент завышения фактических затрат ($k^\Phi \geq 1$).

Из условий следует, что можно одновременно снизить неопределенность оценок параметров государственного управления и риски коррупции для текущей деятельности (45) и нельзя для инвестиционной (44).

Выделим три группы показателей с наиболее существенными рисками неопределенности их оценки в условиях (44) и (45).

1-я группа – потоки автомобилей на маршрутах, точность оценки которых зависит от точности прогноза мероприятий по развитию дорог, функций пользовательских издержек и суммарного объема корреспонденции. Неопределенность средне- и, тем более, долгосрочных прогнозов распределения потоков по сети значительная.

2-я группа – это отношения $\frac{k^n}{k^c}$ и $\frac{k^u}{k^c}$. Не включа-

ем сюда уровень завышения фактических затрат, который, по-видимому, может быть оценен экспертно с приемлемым разбросом оценок.

3-я группа – это значения общественной и коммерческой нормы дисконта и значение параметра σ . Теоретически, при условии рационального отбора проектов, показатель σ равен NPV наилучшего проекта, не отобранного к реализации из-за бюджетных ограничений, а практически этот параметр следует оценивать на основе анализа расчетных показателей общественной эффективности реализованных проектов дорожного строительства⁴.

Если $s^* = 0$ или $s^{*'} = 0$, то, соответственно, не влияют на условия (44) или (45) отношения $\frac{k^n}{k^c}$ и

$\frac{k^u}{k^c}$, т.е. с помощью параметра b^e можно снизить

неопределенность, связанную с оценкой этих коэффициентов. Неопределенность прогнозов распределения потоков может быть снижена, если усложнить условия дотирования / налогообложения, построив зависимость b^e от интенсивности движения автомобилей на платном маршруте так, чтобы величина s^* была равна нулю при любом распределении потоков по маршрутам.

Если $s^{*'} = 0$, то дотации / налоги, зависящие от текущих затрат, должны быть равны нулю ($b^e = 0$), что позволит снизить и риски коррупции, учитывая, что уровень и структуру транспортных потоков на платной дороге легче проверить, чем затраты. При $s^* = 0$ строительные расходы концессионера должны дотироваться ($b^* > 0$), что будет стимулировать завышение фактических строительных расходов.

Рассмотрим вкратце несколько сценариев государственного управления.

1. Управление со стороны государства является оптимальным во всех аспектах проектирования и строительства ($k^c = k^u = k^n = 1$), однако контроль за расходованием средств недостаточный ($k^\Phi > 1$). Если дотации в строительство или текущий ремонт больше нуля ($b^e > 0, b^* > 0$), концессионеру выгодно завышать свои фактические затраты, насколько это возможно.
2. Концессионер не участвует в проектировании дороги (поэтому $k^n = 1$), государственные требования к качеству дорожного покрытия обязательны, и жестко контролируются их выполнение ($k^c = 1$), но сметная стоимость строительных и ремонтных работ завышена ($k^c < 1$). В этом случае с помощью правильно выбранной системы дотирования / налогообложения платной дороги можно стимулировать снижение затрат, но представляется, что более простой и эффективный способ достичь этой цели – проведение тендеров на строительство и эксплуатацию дороги, обязательно платной.
3. Если объективный контроль за качеством строительных и ремонтных работ отсутствует или государственные требования к качеству дороги не оптимальны и имеют рекомендательный характер ($k^u < 1$), более низкая сметная стоимость затрат может достигаться и за счет снижения качества работ, поэтому проведение

⁴ По оценке автора статьи, значения параметра σ находятся в пределах от 0,2 до единицы.

тендеров будет менее эффективной мерой в сравнении с концессионным соглашением на строительство / эксплуатацию платной дороги.

4. Концессионер участвует в проектировании платной дороги. Возможность улучшения проектных решений зависит от того, насколько жестко регулируются государственными нормативами значения параметров, влияющих на пропускную способность, и насколько далеко это регулирование от оптимального. В российской практике категория дороги определяется в зависимости от уровня перспективной интенсивности движения автомобилей безотносительно дополнительных затрат на повышение категории. Тем не менее, остается довольно большое творческое поле по выбору варианта трассы, размещения и видов развязок – все эти решения влияют как на стоимость, так и на пропускную способность дороги. Здесь также есть существенное потенциальное преимущество организации платной дороги в сравнении с тендерами на проектирование / строительство по критерию минимальной цены, поскольку минимизация стоимости может достигаться уменьшением пропускной способности.

На практике в большинстве случаев будущему концессионеру предлагается инвестировать проект, к разработке которого он не имеет отношения, что не приводит к большей мотивации в принятии инвестиционных решений в сравнении с полностью государственным управлением.

Отсутствие экономической мотивации может быть вызвано и другими причинами. Формально при максимизации своих выгод компания должна быть заинтересована в увеличении своего чистого дохода даже на небольшую величину, но может довольствоваться достаточно большой выгодой, игнорируя возможности небольших улучшений, что будет приводить к недоинвестированию сети, в особенности, если есть области резкого уменьшения приращения функционала по инвестициям. Например, в случае реконструкции бесплатных дорог и перевода их в платные достаточно относительно небольших инвестиций, чтобы собирать большие суммы с уже сложившихся на этой дороге потоков, и дополнительные затраты на улучшение качества покрытия, расширение дороги приносят сравнительно небольшой доход. Это делает такие вложения малопривлекательными, тем более что они требуют и дополнительных, более тщательных и профессиональных изысканий.

Крупная компания, имеющая возможность лоббировать свои интересы, может выиграть больше, отказываясь от более выгодных для себя условий (например, повышения тарифов), но получая взамен от государства преференции в другом проекте. Насколько эффективны для экономики такие взаимные уступки, зависит, очевидно, от обоснованности формальных и неформальных требований к концессионеру со стороны государственного управления, но рыночные механизмы в этом случае слабо работают, так как в результате выигрыш компании мало зависит от выбора пользователей дорожной сети.

Сформулируем некоторые условия, которые позволили бы задействовать рыночные механизмы в строительстве и эксплуатации платных дорог.

1. Государство должно быть достаточно эффективным, чтобы формулировать условия концессии, выгодные

для общества. Как минимум, государственное управление должно ставить своей целью улучшение общественного благосостояния. Неэффективное управление невозможно исправить или заменить частным инвестором, ситуация скорее может только ухудшиться в результате. По крайней мере, на примере рассмотренной модели общественные и коммерческие интересы автоматически, без грамотного госрегулирования, не совпадают.

2. Концессионер непосредственно участвует в проектировании дороги и, соответственно, несет риски за принимаемые решения. В ситуации «государство проектирует и дает возможность заработать частному инвестору» вряд ли можно говорить о каких-то существенных преимуществах платной дороги в создании рыночной среды.
3. Государственные нормативы в проектировании и требования к качеству дорог не должны быть чрезмерно жесткими. Необходима некоторая свобода, которая позволила бы концессионеру самостоятельно определять оптимальные, с его точки зрения, решения.
4. Контроль за расходованием средств не должен позволять существенно завышать фактические затраты, так как в результате это ограничивает возможности госрегулирования и увеличивает бюджетные затраты.
5. Условия инвестирования должны быть построены так, чтобы разница между профессиональными и непрофессиональными решениями концессионера заметно отражалась на его доходности. При гарантированной высокой доходности проекта концессионер будет слабо заинтересован в его улучшении, если дополнительный выигрыш будет относительно небольшим.
6. Концессионер не должен влиять на государственное управление. Так как крупные проекты успешно лоббируются, то, по-видимому, проект с умеренной стоимостью затрат, небольшим уровнем выручки является наилучшим выбором для создания концессии.

Несоблюдение этих условий не означает, что платные дороги не нужны – плата за проезд может использоваться и для регулирования потоков, и для привлечения дополнительных источников инвестиций, но при этом необязательно передавать управление инфраструктурой в частные руки, не имея оснований полагать, что это повысит общественную эффективность.

Литература

1. Васильева Е.М. и др. Нелинейные транспортные сети [Текст] / Е.М. Васильева, Б.Ю. Левит, В.Н. Лившиц. – М. : Финансы и статистика, 1981. – 104 с.
2. Гасников А.В. и др. Введение в математическое моделирование транспортных потоков [Текст] : учеб. пособие / А.В. Гасников, С.Л. Кленов, Е.А. Нурминский, Я.А. Холодов, Н.Б. Шамрай ; под ред. А.В. Гасникова. – М. : МФТИ, 2010. – 362 с.
3. Лившиц В.Н. Системный анализ рыночного реформирования нестационарной экономики России: 1992-2013 [Текст] / В.Н. Лившиц. – М. : ЛЕНАНД, 2013. – 362 с.
4. Al-Kaisy A.F., Hall F.L. Guidelines for freeway capacity at long-term reconstruction zones. // Journal of transportation engineering. – 2003. Vol. 129, no. 5. Pp. 572-577.
5. Bushansky S.P., Vasilieva E.M., Livchits V.N. Optimization transport computations // Advances in economics and optimization: collected scientific studies dedicated to the memory of L.V. Kantorovich ; editors L.A. Petrosyan, J.V. Romanovsky and D. Wing-kay Yeung. New York: Nova science publishers, 2014. Pp. 19-36.
6. Handley P. A critical view of the build-operate-transfer privatisation process in Asia // Asian journal of public administration. 1997. Vol. 19, no 2. Pp. 203-243.

7. Lindsey R. Do Economists reach a conclusion on road pricing? The intellectual history of an idea // Econ. journal watch. 2006. Vol. 3, no 2. Pp. 292-379.
8. Roughgarden T. The price of anarchy is independent of the network topology // Journal of computer and system sciences. 2003. No 67(2). Pp. 341-364.
9. Verhoef E.T., Mohring H. Self-financing roads // Tinbergen institute discussion paper. 2007. URL: <https://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/86266/1/07-068.pdf>

Ключевые слова

Инфраструктурные проекты; платные дороги; социально-экономическая эффективность; согласование разнородных интересов; коммерческая мотивация.

Сергей Петрович Бушанский

РЕЦЕНЗИЯ

В настоящее время в Российской Федерации формируется сеть платных дорог, а условия их функционирования, привлечения частных инвестиций не вполне проработаны.

В статье исследуется влияние коммерческой мотивации концессионера на эффективность развития сети. Мотивированность инвестора нередко упоминается в научно-практической литературе по этой тематике как одно из потенциальных преимуществ платных дорог, однако в расчетах показателей эффективности инвестиционных проектов этот трудно измеряемый в стоимостной форме фактор обычно не учитывается. В работе проведено сравнение необходимых условий оптимальности затрат в строительстве и эксплуатацию платной дороги с точки зрения частного инвестора и экономики в целом на основе модели сети из двух параллельных дорог (одна из которых платная). Проведен анализ этих условий применительно к реалиям российской экономики (значительная дифференциация доходов населения, высокая норма коммерческой доходности, недостаточный контроль за качеством работ и расходованием средств при строительстве / эксплуатации дорог, завышенная сметная стоимость затрат), на основе чего получены новые выводы относительно взаимосвязи между спросом на платный маршрут и уровнем налогов / дотаций, корректирующих расхождение между коммерческими и общественными интересами.

В статье сформулированы положения, выполнение которых позволило бы на практике при организации концессий на строительство и эксплуатацию платных дорог использовать коммерческую мотивацию для повышения общественной эффективности соответствующих инвестиционных проектов.

Васильева Е.М., д.э.н., ведущий научный сотрудник Института системного анализа Российской Академии наук.