



Моделирование системы природопользования на железных дорогах



Юлия ТАГИЛЬЦЕВА
Yulia A. TAGILTSEVA

Никита ДРОЗДОВ
Nikita A. DROZDOV



Тагильцева Юлия Аркадьевна — аспирант Ростовского государственного университета путей сообщения, Ростов-на-Дону, Россия.
Дроздов Никита Алексеевич — аспирант Ростовского государственного университета путей сообщения, Ростов-на-Дону, Россия.

Modeling of the System of Natural Resources Management in Railway Industry

(текст статьи на англ. яз. —
English text of the article — p. 193)

В статье рассмотрена стратегия создания эколого-экономической по своему предназначению системы природопользования на предприятиях железнодорожной отрасли. Процесс управления такой системой раскрывается с помощью теории игр и построения теоретико-игровой модели развития. Предложенная авторами модель может служить основой построения инновационного сценария, в котором математически доказана возможность соединить в стратегической перспективе и при заданных начальных условиях экономическую выгоду и цели государственной экологической политики, корпоративных природоохранных программ.

Ключевые слова: экологическая безопасность, стратегическое планирование, управление, экономика, система природопользования, железнодорожный транспорт, теория игр, модель развития.

Обязательства России соблюдать установленные правила Всемирной торговой организации неминуемо затронули национальный транспортный комплекс, имеющий по сравнению с развитыми странами невысокие экологические показатели, обусловленные изношенностью технических средств, медленным внедрением «зелёных» инноваций. Вместе с тем повышение экологичности и конкурентоспособности транспорта это неоспоримо взаимосвязанные факторы. Сегодня и в перспективе конкурентные преимущества российской транспортной системы могут быть во многом достигнуты за счёт внедрения инновационных технологий, использования возобновляемых источников энергии, экологически чистых видов транспорта, оказывающих минимальное негативное воздействие на окружающую среду [1].

Сохранение природного богатства, соблюдение экологических норм, обеспечение экологической безопасности и принятие грамотных управленческих природоохранных решений — основные задачи, решение которых возложено в этой сфере на менеджеров транспортных предприятий. Но все

это становится реальным делом лишь на основе единой стратегии, последовательно воплощения в жизнь планируемых экономических результатов.

В логике сложившихся представлений устойчивое функционирование и развитие железнодорожного транспорта России в первую очередь связаны с ОАО «РЖД». Исследования подтверждают: именно наличие единого хозяйствующего субъекта с вертикально интегрированной структурой обеспечивает экономике страны наименьшую себестоимость перевозок [3], что само по себе требует в ответ применения системного подхода, наличия хорошо отлаженной системы стратегического управления.

В настоящее время система сбалансированных показателей Д. П. Нортон и Р. С. Каплана считается одной из наиболее известных и разработанных систем стратегического управления [2]. Однако невозможность в полной мере оценить эффективность принимаемых управленческих решений делает ее уязвимой. Компенсировать такой недостаток с точки зрения экономических задач было бы, видимо, возможно на основе методов морфологического анализа, которые изучались, в частности, П. В. Куренковым, В. А. Макеевым, Э. А. Мамаевым, Е. Л. Кузиной [4, 5], но пока способы комплексного использования методов морфологического анализа и системы сбалансированных показателей отсутствуют.

В этой связи формирование социо-эколого-экономической стратегии устойчивого развития системы природопользования на железнодорожном транспорте должно включать две составляющие, а именно, повышение эффективности его деятельности, рост прибыли и рентабельности и одновременно обеспечение экологически безопасного устойчивого развития территорий.

Для рассмотрения стратегии развития системы природопользования на железнодорожном транспорте охарактеризуем ее как систему обеспечения эколого-экономической безопасности страны с помощью предприятий отрасли и при этом с учетом неизменно находящихся во взаимосвязи и взаимозависимости двух подсистем — железнодорожного транспорта и окружающей среды.

Подсистема железнодорожного транспорта включает хозяйства грузовой и коммерческой работы, пассажирское, пригород-

ное, перевозок, пути, вагонное, водоснабжения и водоотведения, электрификации и электроснабжения, автоматики и телемеханики и др. Каждое и все вместе они оказывают непосредственное влияние на компоненты подсистемы окружающей среды: климат, воздушный бассейн, почву, геологическую среду, водные объекты.

В контексте развития инфраструктуры железнодорожного транспорта можно выделить социально-экономические объекты, финансируемые с участием государственного бюджета; строительство подъездных путей к новым природным месторождениям на основе договоров государственно-частного партнерства; увеличение пропускных способностей железнодорожных линий за счёт средств ОАО «РЖД», а также создание путей необщего пользования силами частных инвесторов. Причем особо важной задачей сегодня остается определение объёмов финансирования и экономических стимулов для инфраструктурных программ [3].

В ходе решения этой задачи составные элементы управления процессами природопользования можно представить в виде цепочки: планирование—инвестиции—технологии—инфраструктура—природоохранные мероприятия—воздействие на природу—эколого-экономическая эффективность. Исходя из такой схемы, весомую нагрузку берут на себя показатели планирования, к которым относятся инвестиции в новые технологии, инвестиции в природосберегающую инфраструктуру, темпы внедрения новых экологических технологий, полезный эффект от внедрения новых технологий, экономический эффект от природоохранной инвестиционной деятельности [4].

Рассматривая эколого-экономическую эффективность железнодорожного транспорта, необходимо помнить, что система природопользования, как уже подчеркивалось, предполагает жесткую взаимную зависимость двух подсистем: железнодорожного транспорта и окружающей среды [5], поэтому мы будем использовать теорию игр, которая в данном случае позволяет признавать наличие объединяющих стратегий сущностью мирового хозяйства, экономики и политики.

Теория игр делает упор на стратегическое взаимодействие между двумя или более игроками, каждый из них имеет набор доступ-



ных стратегий, и выигрыш любого при этом зависит от выбранных стратегий всеми игроками. В отличие от игры против «мёртвой природы», где игрок максимизирует свой выигрыш в данной фиксированной среде, в теории игр каждый игрок стремится максимизировать свой выигрыш при условии, что все остальные участники также стремятся максимизировать свои соответствующие выплаты. Следовательно, при n -игроках мы получаем n одновременно максимально решенных проблем.

Самой известной и наиболее часто используемой концепцией решения в теории игр, которую и мы берем на вооружение, является равновесие Нэша. Суть в ситуации, когда ни один игрок не имеет стимула отклоняться в одностороннем порядке от выбранной стратегии. То есть он не может улучшить свой выигрыш, отклоняясь от неё. Кроме того, положение не меняется и в случае, если два игрока одновременно в выигрыше, в то время как третий получает более низкую отдачу. Каждый игрок стремится к балансу вместо того, чтобы максимально увеличить свой собственный выигрыш без учёта получения выигрыша другими. Часто может встречаться более одного равновесия. В таких случаях игроки, как правило, имеют разные предпочтения и пытаются сконцентрироваться на одном варианте [6].

Определим условия игры в рамках социально-эколого-экономической стратегии природоохранной деятельности предприятия железнодорожной отрасли. Качество окружающей среды представляет колоссальный интерес для общества, и оно обеспечивается взаимодействием субъектов экономического (железнодорожный транспорт) и экологического (природная среда). Третьим важнейшим компонентом системы выступает государство, которое определяет характер природопользования, воздействуя на предприятия посредством налоговой политики. Игроками в такой трёхэлементной модели являются железнодорожный транспорт и государство, критерием игры — воздействие на окружающую среду.

Железнодорожный транспорт, используя природные ресурсы, производит услуги, которые продает на рынке. Следовательно, с точки зрения теории игр его интерес в системе природопользования вправе быть обозначен как выигрыш в затратах на природо-

пользование при осуществлении услуг, а полезность для железных дорог может восприниматься как экономический результат осуществления какой-либо из игровых стратегий природопользования. При повышении экономического результата цена на услуги железнодорожного транспорта снижается или остается неизменной, при уменьшении — растет. Это означает, что математически сам результат будет выглядеть как отношение единицы к уровню затрат на природопользование. Помимо чисто экономического показателя здесь присутствует некий коэффициент m , который связан с экономией в платежах за использование природных ресурсов со стороны государства. При улучшении качества природной среды государство снижает размер выплат, что приводит к дополнительной выгоде транспорта.

Государство, будучи вторым игроком, интересом своим обозначает увеличение сбора платежей за неэффективное природопользование и повышение качества природной среды. Оно может косвенно воздействовать на экологическую политику компаний, определяя размер платежей за природопользование. Полезность в теоретико-игровой модели для государства выражена как сумма размера платежей за природопользование и синергетического коэффициента k , повышающего полезность для государства в случае снижения количества выплат предприятиями (качество природной среды увеличивается) и понижающего ее в случае ухудшения качества природопользования (загрязнение природной среды).

Таким образом, теоретико-игровая модель в игре «Интересы в системе природопользования на железнодорожном транспорте» предполагает учитывать:

- Количество игроков — два: железнодорожный транспорт (ЖД) и государство (ГОС).
- Количество стратегий — по три для каждого игрока: консервативный сценарий (КОНС), инновационный сценарий (ИННС), кризисный сценарий (КРЗС).
- Единицы полезности каждого из игроков — условный «ютиль». При этом ютили для двух игроков будут различаться, то есть, не имеет смысла сравнивать полезность по числовому показателю. Например, если при реализации какой-либо стратегии S для лю-

бой пары игроков полезности обоих будут равны одному и тому же числу, это не означает, что у них одинаковые полезности.

Основная задача планирования повышения эколого-экономической эффективности на железнодорожном транспорте — выбор оптимальных действий с точки зрения затрат ресурсов и конечного результата. Поскольку железнодорожный транспорт действует в своих интересах, а государство — в своих, логично предположить, что, используя положения теории игр, можно построить модель взаимодействия игроков, на основании которой удастся сделать выводы о наиболее или наименее эффективных вариантах для того или иного игрока, а значит, спрогнозировать их действия, что поможет математически определить выигрышную для них стратегию природопользования. Итак, рассмотрим более подробно процесс взаимодействия игроков.

Прежде всего необходимо учитывать, что игроки действуют независимо друг от друга. Государство самостоятельно определяет приоритеты политики природопользования, железнодорожный транспорт сам выбирает для себя экономическую политику на стыке с экологией. Следовательно, можно утверждать, что:

- $S_{жд} = (\text{КОНС}, \text{ИННС}, \text{КРЗС})$;
- $S_{гос} = (\text{КОНС}, \text{ИННС}, \text{КРЗС})$;
- $U_{жд} = \{1; 9\}$;
- $U_{гос} = \{1; 9\}$.

Как уже было сказано, для железнодорожного транспорта выигрышем является сумма экономии затрат на природопользование и выигрыша от экономии на платежах за природопользование. Математически это сводится к формуле:

$$U_{жд} = (4,5 - C) + m, \quad (1)$$

где C — затраты на повышение эколого-экономической эффективности; m — коэффициент экономии на платежах за природопользование.

Число 4,5 взято как медиана между 0 и 9, то есть некоторая точка, в которой стартовая полезность для железнодорожного транспорта определяется серединой шкалы. Иными словами, изначально полезность неизменна и равняется середине между минимумом и максимумом. Методика в расчете коэффициента m также требует комментариев. Шкала его измерения зависит от того, какую политику изберет государство, то есть

коэффициент будет уменьшаться при кризисном сценарии (государство занимается «затыканием дыр» в бюджете, из-за чего не мотивирует природопользователей вкладывать деньги в инновационное развитие) и увеличиваться при инновационном сценарии (государство проводит соответствующую фискальную политику, увеличивая размер платежей за неэффективное природопользование и тем самым побуждая предприятия вкладывать деньги в «зелёное развитие»). Отсюда:

- при кризисном сценарии: $C \rightarrow \min$, $m \rightarrow \min$;
- при консервативном сценарии: $C = \text{Const}$, $m \rightarrow \min$;
- при инновационном сценарии: $C \rightarrow \max$, $m \rightarrow \max$.

При консервативном сценарии, неизменной политике природопользования $m \rightarrow \min$, поскольку, как показывает практика, в долгосрочной перспективе даже при отсутствии изменения экстерналий составляющая потенциального выигрыша железнодорожного транспорта от сокращения платежей за природопользование будет снижаться, ибо эффективность используемых в процессе деятельности технологий неизбежно упадет, а обновление технологий не будет успевать за требованиями к безопасности природопользования. Тем не менее надо отметить, что в случае сохранения консервативного сценария показатель m хотя и будет стремиться упасть до минимальных значений, это станет происходить все же существенно медленнее, чем при кризисном сценарии. Анализируя показатели, приходим к выводу, что $U_{жд} = m - C$, то есть полезность отклоняется в позитивную сторону при превышении размера сэкономленных платежей за природопользование над финансовыми затратами на модернизацию производства, в негативную — в обратной ситуации.

Теперь о выигрыше государства в игре. Напомним, что для него таковым является сумма финансового показателя улучшения качества природной среды и размера платежей за природопользование. Математически это выглядит следующим образом:

$$U_{гос} = (4,5 + Q) + k, \quad (2)$$

где Q — агрегированный показатель качества природной среды; k — коэффициент плат на восстановление разрушенной природной среды. Условно можно сказать, что $k = 1 / m$.



Матрица теоретико-игровой модели

	ГОС			
		КОНС	КРЗС	ИННС
ЖД	КОНС	4,5/4,5+	4,5–/4,5	4,5–/4,5
	КРЗС	4,5–/4,5–	4,5–/4,5–	4,5–/4,5–
	ИННС	4,5–/4,5+	4,5–/4,5–	4,5+/4,5+

Агрегированный показатель Q имеет нематериальную основу для государства и не подлежит количественному измерению. Эффект данного показателя выражается такими составляющими, как уменьшение вреда окружающей среде, повышение качества окружающей среды, рост лояльности избирателей по отношению к государству вследствие улучшения состояния природных ресурсов и пр. Остальные показатели формируются аналогично ситуации с игроком «Железнодорожный транспорт».

Так выглядят следующие зависимости и закономерности:

- при кризисном сценарии: $Q \rightarrow \min$, $k \rightarrow \max$;
- при консервативном сценарии: $Q = \text{Const}$, $k \rightarrow \max$;
- при инновационном сценарии: $Q \rightarrow \max$, $k \rightarrow \min$.

Теперь совместим данные по каждому сценарию для каждого из игроков:

- при кризисном сценарии: $C \rightarrow \min$, $m \rightarrow \min$; $Q \rightarrow \min$, $k \rightarrow \max$;
- при консервативном сценарии: $C = \text{Const}$, $m \rightarrow \min$; $Q = \text{Const}$, $k \rightarrow \max$;
- при инновационном сценарии: $C \rightarrow \max$, $m \rightarrow \max$; $Q \rightarrow \max$, $k \rightarrow \min$.

Исходя из опыта анализа применения природоохранных решений на железнодорожном транспорте Е. Л. Кузиной, возьмем утверждать, что в долгосрочной перспективе положительный эффект от внедрения природосберегающих технологий выше, чем инвестиций в природоохрану [4], то есть $m > C$, и значит, можно определить, как изменятся показатели полезности игроков в разных сценариях. Для этого составим матрицу теоретико-игровой модели для каждого игрока в процессе игры (таблица 1). Знак «+» означает повышение полезности игрока в профиле стратегий, знак «–» — снижение.

В процессе образовалось три равновесия по Нэшу, не все из которых являются Парето-эффективными. Очевидно, что Парето-эффективным вариантом можно считать лишь стратегию «ИННС-ИННС».

Таким образом, математически доказано, что в стратегической перспективе и при заданных начальных условиях (инновационная направленность государственной политики) неизбежно выгодна совместимость инновационности и экологичности в программах развития железнодорожного транспорта. Это обуславливает необходимость стратегического планирования с учетом роста эколого-экономической эффективности деятельности предприятий отрасли в системе природопользования и внедрения природосберегающих технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карапетянц И. В. Россия в ВТО (требования к экологии транспортного комплекса) // Мир транспорта. – 2013. – № 5. – С. 144–152.
2. Каплан Р. С., Нортон Д. П. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию: Пер. с англ. – М.: Олимп-Бизнес, 2003. – 304 с.
3. Иноземцева С. М. Анализ развития инфраструктуры железных дорог // Мир транспорта. – 2013. – № 5. – С. 68–77.
4. Кузина Е. Л., Дроздов Н. А., Тагильцева Ю. А., Слепцова О. С. Совершенствование подходов к планированию природоохранных мероприятий в системе природопользования на железнодорожном транспорте // Наука и образование: хозяйство и экономика, предпринимательство, право и управление. – 2015. – № 12. – С. 100–103.
5. Кузина Е. Л. Подходы к стратегическому планированию в системе природопользования на железнодорожном транспорте // Труды международной научно-практической конференции «Транспорт-2014». – Ростов-н/Д: РГУПС, 2014. – С. 184–186.
6. Hausken, Kjell, Plumper Thomas. Hegemons, Leaders and Followers: A Game-Theoretic Approach to the Postwar Dynamics of International Political Economy. // Journal of World-Systems Research (1997). № 3. [Электронный ресурс]: <http://jwsr.pitt.edu/ojs/index.php/jwsr/article/view/118>. Доступ 20.12.2016.

Координаты авторов: **Тагильцева Ю. А.** – 79185065822@ya.ru, **Дроздов Н. А.** – dharmaface@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 18.07.2016, принята к публикации 20.12.2016.