

О подходах к измерению издержек бездействия

Инна Юрьевна Блам

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН,
г. Новосибирск, Россия

В статье предпринята попытка обоснования самых общих подходов к статистическим измерениям последствий непринятия должных природоохранных мер в средне- и долгосрочной перспективе (или, по терминологии автора, оценки «издержек бездействия»). Подчеркивается, что такая оценка тесно связана с «принципом предосторожности», предполагающим отказ от применения инновационных продуктов и технологий в случае отсутствия уверенности в их безопасности для здоровья населения и окружающей природной среды. Рассматриваются основные проблемы, связанные с применением «принципа предосторожности» на практике, такие, как оценка рисков и управление ими, эффективная координация взаимодействия науки и политики, а также поиск разумного баланса между инновационной деятельностью и потенциальным социальным и экологическим ущербом.

Анализ наиболее удачных на сегодняшний день попыток определения издержек бездействия позволил выявить методологические недостатки «этического» подхода, которые заставляют относиться с некоторой осторожностью к оценкам величины расходов будущих периодов, возникающим в случае «недостаточно амбициозной» экологической политики

На примере определения издержек бездействия, ассоциируемых с добычей сланцевых углеводородов методом гидравлического разрыва пласта (фрекинга), показаны существующие методологические трудности оценки потенциальных рисков загрязнения окружающей природной среды и направления их решения. Сделан вывод о том, что в условиях высокой степени неопределенности на всех этапах оценки негативного влияния на окружающую среду применение «принципа предосторожности» может основываться на анализе степени обратимости воздействия инновационных продуктов и технологий.

Ключевые слова: охрана окружающей среды, статистика окружающей природной среды, принцип предосторожности, издержки бездействия.

JEL: Q01, Q51, Q56.

Для цитирования: Блам И.Ю. О подходах к измерению издержек бездействия. Вопросы статистики. 2019;26(3):35-44.

On Approaches to Measuring Costs of Inaction

Inna Yu. Blam

Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

The article attempts to establish general approaches to statistical measurements of effects from a failure to take necessary environmental actions in the medium and long term (or, to use the author's terminology, estimating the «costs of inaction»). It is emphasized such an assessment is closely related to the «precautionary principle», which implies the rejection of the use of innovative products and technologies due to lack of confidence in their safety for the health of the population and the environment. The paper addresses main problems associated with the practical application of the «precautionary principle», such as risk assessment and management, effective coordination between science and politics, as well as finding a reasonable balance between innovation and potential social and environmental damage.

An analysis of today's most successful attempts to determine the costs of inaction has made it possible to identify methodological shortcomings of the «ethical» approach, which forces us to treat with some caution the estimated costs of future periods that arise in the case of an «insufficiently ambitious» environmental policy.

The example of determining the costs of inaction associated with the extraction of shale hydrocarbons by hydraulic fracturing (fracking), shows the present methodological difficulties in assessing the potential risks of environmental pollution and the direction of their solution. The author concludes that under conditions of a high degree of uncertainty at all stages of assessing the negative impact on the environment, the application of the «precautionary principle» can be based on an analysis of the degree of reversibility of the impact of innovative products and technologies.

Keywords: environmental protection, environmental statistics, precautionary principle, costs of inaction.

JEL: Q01, Q51, Q56.

For citation: Blam I.Yu. On Approaches to Measuring Costs of Inaction. *Voprosy statistiki*. 2019; 26(3):35-44. (In Russ.)

Разработка обоснованной природоохранной политики требует наличия критериев эколого-экономической эффективности, поскольку при выборе оптимальных вариантов развития недостаточно простой констатации факта наличия негативного влияния ухудшения качества окружающей среды на продолжительность жизни населения, состояние экосистем и т. п. В качестве одного из индикаторов степени воздействия загрязнения могут быть использованы вынужденные расходы государства и населения на предотвращение и компенсацию негативных последствий загрязнения. Так, снижение качества окружающей природной среды может привести к падению цен на недвижимость в экологически неблагоприятных регионах; загрязнение атмосферы может повлиять на урожайность сельскохозяйственных культур и, соответственно, изменить объемы предложения и рыночную цену последних; а гипотетическая угроза затопления вследствие ожидаемых климатических изменений может привести к повышению тарифов страховых компаний для объектов недвижимости в зоне риска. Все эти ценовые колебания могут быть отнесены, хотя бы частично, к последствиям непринятия необходимых мер по охране окружающей природной среды, стоимостная оценка которых определяется термином «издержки бездействия». Примерами издержек бездействия также могут служить расходы домашних хозяйств с целью предотвращения или снижения воздействия загрязненного воздуха; оплата населением дополнительных услуг здравоохранения, необходимость в которых возникла вследствие загрязнения воды и воздуха; выплата государственными органами управления и частными компаниями пособий по безработице потерявшим работу в результате истощения запасов природных ресурсов работникам и т. п.

Строго говоря, в экономической литературе под издержками бездействия (см., например [1]) принято понимать сумму прямых и косвенных затрат, возникающих ввиду ухудшения состояния окружающей природной среды. В качестве примера прямых затрат упомянем расходы предприятий на очистку и подготовку подземных вод к использованию в производственном процессе, расходы домашних хозяйств на предотвращение вредного воздействия загрязненного воздуха, расходы общественных органов управления на восстановление нарушенных природных ландшафтов, частные и государственные расходы на

здравоохранение и т. д. К косвенным издержкам бездействия могут быть отнесены расходы, связанные с истощением природных ресурсов, находящие свое отражение на смежных рынках – например, на рынке недвижимости или на рынке труда. К ним также относят нерыночные издержки, обусловленные снижением биологического разнообразия, прозрачности воды и воздуха и т. п.

Издержки бездействия ассоциируются также с экологическим ущербом вследствие промышленных аварий. Опыт ликвидации экологических последствий разливов нефти и заражения земель указывает на то, что расходы на восстановление нарушенных экосистем достигают сотен миллионов долларов, при том что эти суммы составляют только часть издержек бездействия.

Принцип предосторожности и издержки бездействия как инструменты превентивных действий по предотвращению экологического и социального ущерба. Понятие издержек бездействия тесно связано с принципом предосторожности (precautionary principle), предполагающим отказ от применения инновационных продуктов и технологий в случае отсутствия уверенности в их безопасности для здоровья населения и окружающей природной среды. В частности, в экономической литературе широко обсуждается вопрос о том, в каком объеме методологически оправдано относить к издержкам бездействия вероятностные оценки возможного будущего вреда, рассчитанного на основе принципа предосторожности [2].

Первые упоминания о принципе предосторожности относятся к семидесятым годам прошлого века, однако до сих пор он является предметом оживленных дискуссий. Единого определения этого термина не существует, поскольку заинтересованные стороны расходятся в оценке порогового уровня научной неопределенности, которым следует руководствоваться, принимая запретительные политические решения. В частности, один из самых жестких вариантов принципа предосторожности предполагает, что решения о внедрении инновационных технологий и потреблении новых продуктов должны приниматься исключительно на основе самого пессимистичного из возможных вариантов развития событий. Тем не менее, в настоящее время принцип предосторожности закреплен в Договоре о функционировании

Европейского союза (ЕС) и законодательствах ряда европейских стран.

На практике основными проблемами, связанными с применением принципа предосторожности, являются оценка рисков и управление ими, координация взаимодействия науки и политики, а также поиск разумного баланса между инновационной деятельностью и потенциальным социальным и экологическим ущербом. Понимание возможных бенефиций от применения принципа предосторожности базируется на изучении прошлого опыта реакции экономических агентов на предостерегающие сигналы о потребительских и профессиональных рисках вследствие использования новых продуктов и технологий. Оценка издержек бездействия прошлых периодов указывает на то, что бездействие, в большинстве случаев, обходится на несколько порядков дороже, чем заблаговременная деятельность по предотвращению ущерба. Необходимо, однако, подчеркнуть сложность сопоставления упомянутых выше величин. Так, расходы на предотвращение потенциального негативного воздействия, как правило, материальны и осуществляются в течение краткосрочного периода времени конкретными экономическими агентами. Оценки, основанные на принципе предосторожности, наоборот, менее осязаемы, не поддаются точной оценке и не столь явно распределены в пространстве и времени¹.

Основные методологические проблемы, возникающие в процессе оценки издержек бездействия.

Методология оценки издержек бездействия чрезвычайно сложна, так как она подразумевает учет:

- неопределенности как непосредственно воздействия на окружающую природную среду, так и влияния этого воздействия на экономическое

развитие (неопределенность также касается и технологий будущего);

- пороговых величин и необратимости процессов, а также возможности получения, в связи с этим, стремящихся к бесконечности значений-функций издержек бездействия;

- необходимости рассмотрения широкого временного горизонта при изучении экологических проблем и обусловленных этим вопросов дисконтирования;

- степени заменяемости природного и других видов капиталов в экономике;

- этических проблем, возникающих в связи с неравномерным распределением воздействия на окружающую природную среду в пространстве и в обществе;

- комплекса внутренних факторов, существенно влияющих на результаты воздействия негативных экологических изменений (примером может послужить различная адаптация экосистем к загрязнению окружающей среды) [3].

Несмотря на существование серьезных методологических проблем, некоторые приближенные значения оценок бездействия, тем не менее, определены и принимаются во внимание в процессе разработки и реализации экологической политики. Примером может служить доклад Комиссии ЕС [4], в котором было указано, что издержки от нереализации программы ЕС по охране воздуха («Thematic Strategy on Air Pollution») могут составить примерно 0,35-1,0% от ВВП ЕС-25 в 2020 г. Кроме того, авторы выяснили, что загрязнение воздуха может привести к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, деградации физического капитала и нарушению экосистем; они также подчеркнули, что несмотря на всю очевидность материального ущерба от загрязнения, величина нерыночных

¹ К примеру, научное подтверждение влияния контакта с асбестом на развитие одного из видов рака, мезотелиомы, не было получено вплоть до того момента, пока последствия использования минерала стали необратимыми, что объясняется длительным латентным периодом между первичной экспозицией и манифестацией опухоли. Хотя к 2000 г. асбест был запрещен во всех странах Европейского союза, Чили, Аргентине, Австралии и Японии, ежегодно в мире от профессиональных заболеваний, вызванных асбестом, продолжает умирать более 107 тыс. человек. *Источник:* National programmes for elimination of asbestos related diseases: review and assessment, World Health Organization, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

Россия в настоящее время является крупнейшим производителем асбеста, на нее приходится 60-75% мирового экспорта этого сырья. Несмотря на то, что добыча асбеста в России постепенно сокращается, что вызвано, в первую очередь, падением спроса со стороны внутренних потребителей, в прямой зависимости от асбеста в стране находятся более 400 тыс. человек, занятых в асбестовой промышленности или проживающих в городах ее локализации. *Источники:* <http://www.indexbox.ru/news/obiem-dobichi-asbesta-v-Rossii-po-itogam-2015-goda-sokratilsya/>; <https://meduza.io/feature/2018/06/20/asbest-vyzyvaet-rak-v-rossii-ego-vse-ravno-dobyvayut-i-ispolzuyut-v-stroitelstve>.

В задаче данной статьи не входит оценка издержек бездействия, связанных с отсутствием запрета на производство и потребление асбеста в России. Однако, если бы в Нидерландах, к примеру, запрет на использование асбеста был введен в 1965 г., когда опасность минерала была подтверждена научными исследованиями, а не в 1993 г., когда это случилось на самом деле, то по некоторым оценкам, это могло бы сохранить 34000 жизней и 41 млрд гульденов (NLG), или же позволило бы избежать 52600 жертв и 67 млрд гульденов затрат в период с 1969 по 2030 гг. *Источник:* Heerings, H., 1999. Asbestos - deep in the very fibres of society, Contrast Advise study for Greenpeace Netherlands, September, Amersfoort.

издержек морального свойства («боли и страданий») также является значимой. Этот вывод косвенно подтверждается исследованием ВОЗ [5], согласно которому загрязнение источников питьевой воды явилось причиной более чем 1,7 млн смертей (в 90% случаев речь идет о детях, не достигших пятилетнего возраста). 4,4% всех заболеваний, по мнению авторов, вызваны отсутствием водоснабжения надлежащего качества, недостатками санитарии и гигиены, хотя уровень расходов (как денежных, так и временных) домашних хозяйств на предотвращение негативного воздействия загрязненной питьевой воды весьма высок. К сожалению, методологические вопросы стоимостной оценки моральных издержек бездействия также не решены в полной мере (подробнее см., например [6]).

Иллюстрацией наличия серьезных методологических проблем при определении издержек бездействия может служить оценка экономических последствий изменения климата, принятая в известном докладе, подготовленном международным коллективом авторов под руководством Николаса Стерна² (далее доклад Стерна) [7]. Основной целью этого исследования являлось получение обоснованных стоимостных оценок предполагаемого ущерба от грядущих климатических изменений. Наибольший интерес, с нашей точки зрения, представляет анализ вариаций производительности в сельском хозяйстве и лесной отрасли (то есть в тех отраслях, где климат играет очевидную и важную роль) наряду с последствиями затопления густонаселенных прибрежных районов, а также оценка воздействия глобального потепления на состояние здоровья населения и распространение инфекционных заболеваний.

Ключевые выводы доклада можно свести к трем положениям:

- потенциальные потери населения Земли от будущих климатических изменений, вызванных ростом концентрации в атмосфере углекислого газа, чрезвычайно велики и измеряются трлн долларов США;

- издержки отказа от ископаемых видов топлива сравнительно низки, измеряются лишь десятками млрд долларов США;

- следовательно, уже сегодня необходимы и экономически оправданы дорогостоящие чрезвычайные меры по предотвращению климатических изменений на глобальном уровне, такие, как субсидирование альтернативных источников энергии.

Критика методологии доклада Стерна сводится к двум основным моментам. Во-первых, сомнению подвергается предположение о значимом уровне влияния парниковых газов антропогенного происхождения на изменение климата³.

Во-вторых, выводы доклада Стерна основаны на чрезвычайно низком значении ставки дисконтирования (0,1% годовых), выбор которой обоснован исключительно этическими соображениями. «Этический» подход авторов доклада Стерна подвергается критике со стороны приверженцев так называемого «академического» подхода, полагающих, что необходимые ценовые оценки должны являться результатом решения задачи поиска траектории долгосрочного равновесного экономического роста в рамках традиционных неоклассических моделей, откалиброванных так, чтобы базовая равновесная траектория на своем начальном этапе в наибольшей степени соответствовала фактически наблюдаемым данным. Примером практической реализации «академического» подхода может служить динамическая интегрированная модель «Климат-экономика» (Dynamic Integrated Climate-Economy model (DICE)) Уильяма Нордхауса⁴.

С целью соизмерения предполагаемого ущерба от выбросов загрязняющих веществ с затратами на их сокращение Нордхаусом была несколько модифицирована модель глобального экономического роста и рассчитаны исходные взаимосвязанные равновесные динамические траектории потребления, основного капитала, населения, выбросов загрязняющих веществ, климата и т. п. Затем были рассмотрены возможные варианты регулирования эмис-

² Анализ методологии именно этого исследования обусловлен тем, что, по мнению некоторых экспертов, в частности, авторов отчета Европейского агентства по окружающей среде [3], доклад Стерна является одной из наиболее успешных попыток определения издержек бездействия.

³ Согласно результатам современных научных исследований, динамика объемов антропогенных выбросов парниковых газов не может рассматриваться в качестве определяющего фактора глобального потепления, поскольку изменение климата в гораздо большей степени обусловлено природными циклическими процессами. Исследования льдов Антарктиды указывают на то, что в переломные моменты ледникового цикла именно колебания температуры предшествовали изменению процентного содержания парниковых газов в атмосфере, а не наоборот [8, 9]. То есть заключенное в климатических моделях предположение о значимом влиянии парниковых газов на глобальное потепление не соответствует актуальным научным данным.

⁴ Информация о модели DICE доступна на сайте Уильяма Нордхауса <https://sites.google.com/site/williamdnordhaus/dice-rice>.

сии парниковых газов и соответствующие им искаженные траектории равновесной динамики выбросов, концентрации парниковых газов и потребления. Альтернативные траектории были оценены и проранжированы в соответствии с критерием оптимизации общественного благосостояния.

В качестве базовой модели была использована модель оптимального экономического роста Рамсея-Купманса-Касса, в которой «мировой диктатор с доброй волей» максимизирует динамическую функцию общественного благосостояния:

$$\max_{c_t} \sum_{t=0}^{\infty} e^{-\rho t} u(c_t),$$

где c_t - душевое потребление поколения t ; u - функция полезности, используемая для соизмерения уровней душевого потребления различных поколений; ρ - норма дисконта времени, задающая «веса» полезностей разных поколений в интегральной величине долгосрочного общественного благосостояния⁵.

Производственные ограничения, связывающие потребление c и запас капитальных благ k :

$$c_t = f(k_t) + k_t(1-\delta) - k_{t+1},$$

где $f(k_t)$ - производственная функция.

Равновесная траектория экономического роста определяется из дифференциальных условий максимума для k_{t+1} :

$$-e^{-\rho t} \cdot u'(c_t) + e^{-\rho(t+1)} \cdot u'(c_{t+1}) \cdot (f'(k_{t+1}) + (1-\delta)) = 0$$

или

$$e^{\rho} \cdot \frac{u'(c_t)}{u'(c_{t+1})} = 1 + (f'(k_{t+1}) - \delta).$$

Обычно используется функция полезности вида:

$$u(c) = \frac{c^{1-\alpha} - 1}{1-\alpha},$$

где α - параметр эластичности замещения полезностей между поколениями. Тогда равновесное соотношение предельных полезностей разных поколений равно:

$$\frac{u'(c_t)}{u'(c_{t+1})} = \left(\frac{c_{t+1}}{c_t}\right)^{\alpha}.$$

Равновесный темп роста потребления g :

$$e^g \equiv \frac{c_{t+1}}{c_t}.$$

Тогда в равновесии:

$$\frac{u'(c_t)}{u'(c_{t+1})} = (e^g)^{\alpha} = e^{\alpha g}.$$

Равновесная нетто-отдача на капитал в дискретном времени:

$$i \equiv f'(k_{t+1}) - \delta.$$

Равновесная нетто-отдача на капитал в непрерывном времени:

$$e^r \equiv 1 + i.$$

Тогда дифференциальное условие максимума для k_{t+1}

$$e^{\rho} \cdot \frac{u'(c_t)}{u'(c_{t+1})} = 1 + (f'(k_{t+1}) - \delta)$$

можно записать как

$$e^{\rho} \cdot e^{\alpha g} = e^r$$

и получить так называемое равенство Рамсея:

$$r = \rho + \alpha g.$$

Из равенства Рамсея следует, что значения нормы дисконтирования полезности ρ и параметра эластичности α нельзя задавать независимо друг от друга, если модель призвана отражать фактически наблюдаемые значения ставки процента и нормы сбережений. Для того чтобы равновесные значения ставки процента и темпа экономического роста совпали с заданными значениями $r^* = 4\%$ в год и $g^* = 1,3\%$ в год, требуется некоторая комбинация параметров дисконта полезности и эластичности. Например, если $\alpha = 1,0$, то нужно задать $\rho = 2,7\%$, а если $\rho = 0,1\%$, то нужно задать $\alpha = 3$.

В своей модели DICE-2007 Нордхаус, исходя из фактических данных о мировой экономике, принял $r^* = 5,5\%$ и $g^* = 1,3\%$. Далее, выбранное им значение параметра эластичности соответствовало оценкам, принятым в литературе по экономическому росту: $\alpha = 2,0$. Поэтому из равенства Рамсея он получил $\rho = 1,5\%$.

⁵ Дисконтирование подразумевает две различные, хотя и взаимосвязанные концепции:

- Ставка дисконтирования благ r - «реальная норма отдачи на капитал», «реальная ставка процента», «альтернативная стоимость привлечения капитала». Измеряет относительные цены благ в различных точках времени. Это позитивная концепция, подразумевающая, что переменную r можно наблюдать на рынке.

- Показатель относительного веса экономического благосостояния отдельных поколений людей в общей долгосрочной функции общественного благосостояния ρ . Норма дисконтирования полезности будущих благ и денег, а не самих будущих благ или денег. Это нормативная концепция, закладывается в долгосрочные модели экономического роста в качестве параметра.

Основная претензия Нордхауса к докладу Стерна состоит в том, что, по всей видимости, авторы доклада даже не задумывались о подобных вещах. Исходя из нормативно-этических соображений, они задали значение ставки дисконта функции полезности очень низким, $\rho = 0,1\%$ годовых. Также они без всяких оснований (видимо, ради простоты расчетов и, возможно, просто не посчитав это важным) предположили, что функция полезности имеет логарифмический вид, то есть выбрали значение параметра межвременной эластичности равным $\alpha = 1$. В результате возникло противоречие между предполагаемым авторами доклада равновесным темпом роста экономики ($g^* = 1,3\%$, как у Нордхауса) и наблюдаемой рыночной ценой капитала в 4-5% в год, ведь по равенству Рамсея равновесная ставка процента должна была оказаться равной $r^* = 1,4\%$.

Поскольку калибровка подобных моделей невозможна без предположения о долгосрочной стабильности их параметров, постольку делается допущение о долгосрочной неизменности представлений населения о соотношении ценности богатства, относящегося к разным периодам времени. Поэтому в рамках «академического» подхода рекомендуется применять при текущей стоимостной оценке долгосрочного ущерба от климатических изменений ставку дисконта порядка 5% годовых, что примерно соответствует ставкам, которые принято использовать при экономической оценке среднесрочных государственных программ. Из этой рекомендации вытекают два важных вывода. Во-первых, ввиду относительно высокой ставки дисконтирования издержки бездействия оказываются не такими уж высокими, чтобы оправдать многомиллиардные расходы на их предотвращение. Во-вторых, эффективность программ, направленных на предотвращение климатических изменений, будет гораздо выше, если их отложить на десятилетия.

По мнению же авторов доклада Стерна, обычные расчеты «cost-benefit analysis» касаются денежных потоков, которые будут иметь место в относительно недалеком будущем, в отличие от экономики климатических изменений, которая имеет дело с совсем иными временными горизонтами, вследствие чего ответственный государственный деятель никак не может ценить благосостояние потомков дешевле благосостояния нынешнего поколения [10].

Важным отличием «этического» подхода от «академического» является несоответствие директивно заданной ставки процента экономическому смыслу концепции стоимостной оценки. Когда приверженцы «академического» подхода используют оптимизационную модель для оценки последствий той или иной политики правительства, сравнивая базовую и искаженную траектории роста, подразумевается, что единая целевая функция общественного благосостояния просто изображает взаимодействие миллионов независимых экономических агентов. Когда же сторонники альтернативного подхода проводят похожие расчеты, используя «этически» верную искусственно заданную ставку процента, то получается, что они искренне верят в существование некоего «мирового правительства», способного не только донести до всех экономических агентов «истину» о верных ценовых пропорциях, но и заставить их кардинально изменить свое долгосрочное поведение в соответствии с этими новыми предпочтениями. На этот недостаток «этического подхода» указал Нордхаус непосредственно после публикации доклада Стерна [11].

После публикаций доклада Стерна и его критики Нордхаусом прошло более 10 лет, однако принципиальные методологические разногласия между сторонниками «этического» и «академического» подходов остаются неразрешенными. Согласно сложившемуся в научном сообществе мнению, оценки издержек бездействия, полученные Нордхаусом, выглядят убедительнее, если оставаться в рамках неоклассической экономической теории. Однако при таком подходе остается нерешенным выходящий за рамки компетенции экономической теории этический вопрос о том, следует ли использовать индивидуальные и сравнительно краткосрочные ставки процента при оценке вопросов социальной политики, которые касаются «миллиардов жизней» и затрагивают периоды длительностью в несколько поколений [12].

Проблемы оценки издержек бездействия, ассоциируемых с добычей сланцевых углеводородов методом гидравлического разрыва пласта. Упомянутые методологические проблемы заставляют относиться с некоторой осторожностью к оценкам величины расходов, возникающих в случае «недостаточно амбициозной» экологической политики. В еще большей степени это касается издержек бездействия, ассоциируемых

с добычей сланцевых углеводородов методом гидравлического разрыва пласта (фрекинга), поскольку научных знаний, необходимых для оценки потенциальных рисков загрязнения окружающей природной среды в данном случае, катастрофически не хватает. Диаметрально противоположные оценки экологических последствий добычи сланцевых углеводородов⁶ указывают не только на необходимость проведения серьезных научных исследований в этой области, но и на важность изучения опыта прошлых лет по управлению вновь возникающими экологическими рисками.

Необходимо отметить, что актуальность оценки издержек бездействия, ассоциируемых с добычей сланцевых углеводородов методом гидравлического разрыва пласта (фрекинга), чрезвычайно высока, поскольку широкое применение новых технологий в данном случае может привести к необратимым экологическим последствиям.

Инновационные технологии и конъюнктура мировых энергетических рынков создали благоприятные условия для экспоненциального роста добычи нетрадиционного углеводородного сырья, что, в свою очередь, привело к увеличению воздействия на окружающую природную среду.

Научные исследования указывают на наличие множественных негативных экологических и социальных эффектов в результате применения технологии многостадийного гидроразрыва пласта (фрекинга) в процессе добычи сланцевых углеводородов, однако отсутствие данных долгосрочного экологического мониторинга не позволяет идентифицировать и оценить весь объем рисков, обусловленных так называемой «сланцевой революцией», с достаточной степенью надежности.

В соответствии с принципом предосторожности, в случае наличия значительных или потенциально необратимых угроз для здоровья населения и состояния окружающей природной среды могут быть предприняты действия, на-

правленные на предотвращение или снижение потенциального ущерба от применения новых технологий или продуктов. На практике отсутствие уверенности в социальной и экологической безопасности фрекинга привело к полному запрету или временному мораторию на освоение месторождений сланцевых углеводородов методом гидроразрыва пласта во многих странах Европейского союза (так, от промышленного применения фрекинга оказались, например, Франция, Болгария, Германия, некоторые провинции Испании), а также в отдельных штатах и городах США⁷.

Воздействие добычи сланцевых углеводородов на окружающую природную среду и локальные сообщества является долгосрочным и неоднородным. Так, одной из основных экологических проблем, связанных с использованием технологии многостадийного гидроразрыва пласта, является использование значительного объема водных ресурсов, что может приводить к дефициту питьевой и технической воды в засушливых регионах. Согласно результатам научных исследований, проблема водоснабжения территорий добычи сланцевых углеводородов со временем обостряется, поскольку удельное потребление водных ресурсов и генерация отработанных вод в расчете на одну скважину в течение последних лет значительно увеличились. Так, объемы воды, использованные в процессе добычи сланцевых углеводородов в расчете на одну скважину в основных нефтедобывающих штатах США за период с 2011 по 2016 г. возросли более чем в семь раз, а объем засоленных отработанных вод увеличился по крайней мере в 14 раз [14]. По мнению исследователей, тенденция сохранится, если только не будут разработаны новые технологии, позволяющие эффективно решать вопросы очистки, размещения и повторного использования засоленной и загрязненной химикатами воды.

Подземные и поверхностные водные источники также могут подвергаться загрязнению

⁶ Нельзя исключить и то, что противоречивость научных результатов исследований влияния фрекинга на окружающую природную среду обусловлена манипуляциями стейкхолдеров. Так, в работе [13] описаны стратегии, в течение долгих лет успешно применявшиеся производителями табачных изделий с целью влияния на дизайн, методологию, распространение и интерпретацию результатов научных исследований, направленных на оценку риска пассивного курения. В частности, отраслью финансировались выгодные производителям табака научные проекты; подвергались критике выводы, подтверждавшие негативное воздействие пассивного курения на здоровье потребителей; активно распространялись через средства массовой информации результаты научных исследований нужной производителям табака направленности. Кроме того, искаженная информация предоставлялась непосредственно лицам, ответственным за принятие политических решений. Автор делает вывод о том, что стратегии, разработанные и апробированные производителями табачных изделий, являются практически универсальными и могут быть использованы для инициирования полемики вокруг результатов любых научных исследований, посвященных оценке рисков.

⁷ URL: <https://tass.ru/plus-one/4689797>.

углеводородными соединениями и химическими реагентами, которые добавляются в процессе фрекинга в рабочую жидкость для придания ей необходимых технологических свойств. Риски миграции загрязняющих веществ и углеводородов высоки как на стадии подготовки месторождения, так и в процессе добычи сланцевых нефти и газа. Кроме того, нарушения технологии бурения и изоляции скважин могут создавать условия для перемешивания подземных вод различного качества и нарушения наземных экосистем.

Среди прочих экологических рисков, обусловленных разработкой сланцевых месторождений, упомянем рост сейсмической опасности, аварийные разливы нефти, шумовое загрязнение, выбросы метана и углекислого газа в атмосферу, образование значительного объема опасных отходов и нарушение природных ландшафтов.

Эффективное управление экологическими и социальными рисками при добыче сланцевых углеводородов на основе фрекинга невозможно без учета потенциального кумулятивного эффекта и региональных особенностей. Чрезвычайно важное значение имеют геологический, социальный и законодательный контекст, а также доступность всех видов ресурсов. Наиболее значимым лимитирующим фактором с технологической точки зрения является наличие достаточных доступных объемов водных ресурсов надлежащего качества (хотя, надо заметить, в настоящее время активно разрабатываются и безводные технологии добычи), на которое оказывают влияние не только уровень природных запасов, но и сложившаяся в регионе структура потребления поверхностных и подземных вод. Отличаются друг от друга и локальные характеристики воздействия на природную окружающую среду и здоровье населения, обусловленные выбором специфических для каждого конкретного участка технологий добычи (что, в частности, подразумевает вариацию объема и состава применяемого расклинивающего агента и прочих химических веществ с целью обеспечения максимальной отдачи скважин).

Опосредованно, через региональные объемы добычи сланцевых углеводородов на интегральные издержки бездействия оказывают влияние текущая политическая ситуация, инновации и колебания мировых цен на энергоносители. Методологическая сложность динамического прогнозирования перечисленных характеристик также увеличивает степень неопределенности.

Кроме того, оценка издержек бездействия, обусловленных неприменением превентивных мер к добыче углеводородов методом многостадийного гидроразрыва пласта, затруднена ввиду отсутствия практики оценки качества подземных вод и состояния земель на первоначальном этапе подготовки месторождений. Дополнительные проблемы создают возможные долгосрочные мультипликативные эффекты многоступенчатого воздействия на окружающую природную среду вследствие нарушения земель, а также образование объединяющих ранее независимые водоносные горизонты трещин и неконтролируемые выбросы парниковых газов из действующих и заброшенных скважин.

Тем не менее, даже при высокой степени неопределенности издержки бездействия, связанные с добычей сланцевых углеводородов, могут быть частично скорректированы путем интернализации экологического и социального ущерба в ценах конечной продукции в соответствии с принципом «загрязнитель платит» по мере роста информированности о вероятности и степени воздействия фрекинга на окружающую среду.

На практике применение принципа предосторожности может варьироваться от полного отказа от потенциально опасных технологий и продуктов до наложения некоторых ограничений на их использование [5].

Представляется, что от полного запрета многостадийного гидроразрыва пласта в условиях потенциально высокого социального и экологического риска можно отказаться в том случае, если добыча сланцевых углеводородов осуществляется исключительно с применением передовых экоэффективных технологий в условиях постоянного жесткого контроля качества окружающей природной среды и здоровья населения. Негативные кумулятивные эффекты могут быть скорректированы путем адаптации технологий к региональным особенностям и тщательного предварительного изучения каждого месторождения. При этом разработка некоторых месторождений на данном этапе технологического развития может оказаться неприемлемой не только ввиду экономических или геологических условий (состава пород, наличия природных трещинных сетей, полей напряжения и разломных зон в регионе залегания), но и по локальным экологическим или социальным причинам [15], а освоение других может осуществляться только на особых условиях.

Выводы и рекомендации. Издержки бездействия в случае непринятия соответствующей экологической политики могут быть достаточно велики, так как нетрадиционная добыча углеводородных ресурсов предположительно усугубляет многочисленные экологические проблемы, способствуя изменению климата, загрязнению воды и воздуха, и, возможно, является одной из причин усиления сейсмической активности. Оценка издержек бездействия могла бы помочь в идентификации направлений, в которых необходимо предпринять превентивные меры, а также установить приоритетные сферы действия политики по охране окружающей природной среды.

К сожалению, чрезвычайно высокая степень неопределенности на всех этапах оценки негативного влияния на окружающую среду и истощение природных ресурсов не позволяет с достаточной степенью достоверности сравнивать предельные издержки бездействия и расходы на предотвращение ущерба для определения направлений ужесточения экологической политики. В данной ситуации применение «принципа предосторожности» может основываться на оценке степени обратимости воздействия на окружающую среду.

В заключение хотелось бы подчеркнуть важность разработки методических подходов к оценке издержек бездействия, поскольку их величина является значимой не только для стран третьего мира, но и для лидеров мировой экономики. Необходимо также отметить, что поскольку излишне жесткая экологическая политика может послужить препятствием для успешного экономического роста, необходимо искать выгодные как с экологической, так и с экономической позиций варианты решения проблемы. Найденные альтернативы, вписывающиеся в концепции экоэффективности, чистого производства, а также переход на экономику замкнутого цикла позволят минимизировать возможный экологический и социальный ущерб от использования новых продуктов и технологий.

Литература

1. Costs of Inaction on Key Environmental Challenges, OECD. 2008. 213 p.
2. Garnett K., Parsons D.J. Multi-Case Review of the Application of the Precautionary Principle in European Union Law and Case Law // Risk Analysis, 2017. Vol. 37. P. 502-516.
3. Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation. European Environment Agency. 2013. 760 p.
4. Commission Staff Working Paper COM (2005)466/Final. Commission of the European Communities. 2005.
5. Pruss-Ustun A., Kay D., Fewtrell L., Bartram J. Unsafe Water, Sanitation and Hygiene. in M. Ezzati et al. Comparative Qualification of Health Risks, Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors. World Health Organisation. 2004. P. 1321-1352.
6. Блам И.Ю., Ковалёв С.Ю. Использование субъективных оценок благосостояния для стоимостной оценки нерыночных благ: проблемы и область применения // Вопросы статистики. 2014. № 9. С. 24-31.
7. Stern N. Stern Review: The Economics of Climate Change, Cambridge University Press. 2007. 712 p.
8. Котляков В.М. О причинах и следствиях современных изменений климата // Солнечно-земная физика. 2012. Вып. 21. С. 110-114.
9. Luthi D., Le Floch M., Bereiter B., et al. High-resolution carbon dioxide concentration record 650.000–800.000 years before present // Nature. 2008. Vol. 453. P. 379-382.
10. How to value a grandchild // The Economist. December 4th, 2006.
11. Nordhaus W.D. A Review of the Stern Review on the Economics of Climate // Journal of Economic Literature. 2007. № 45 (3). P. 686-702.
12. The moral assumptions embedded in economic models of climate change: How much less do you value your descendants' lives than your own? // The Economist. December 6th, 2018.
13. Bero L.A. Tobacco industry manipulation of research. Public Health Reports. 2005. 120(2). P. 200-208.
14. Environmental Impacts of Shale Gas Extraction in Canada. The Expert Panel on Harnessing Science and Technology to Understand the Environmental Impacts of Shale Gas Extraction, Council of Canadian Academies. Council of Canadian Academies, Ottawa, Canada. 2014. 292 p.

Информация об авторе

Блам Инна Юрьевна - канд. экон. наук, доцент, старший научный сотрудник, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН. 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 17. E-mail: inna@ieie.nsc.ru.

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке ИЭОПП СО РАН в рамках приоритетного направления XI.172 (Проект XI.172.1.1. (0325-2017-0010) №AAAA-A17-1170222501-132-2).

References

1. Costs of Inaction on Key Environmental Challenges, OECD. 2008. 213 p.
2. Garnett K., Parsons D.J. Multi-Case Review of the Application of the Precautionary Principle in European Union Law and Case Law. *Risk Analysis*. 2017;(37):502-516.
3. European Environment Agency. *Late Lessons from Early Warnings: Science, Precaution, Innovation*. 2013. 760 p.
4. Commission of the European Communities. *Commission Staff Working Paper COM (2005)466/Final*. 2005.
5. Pruss-Ustun A., Kay D., Fewtrell L. Bartram J. Unsafe Water, Sanitation and Hygiene. In: M. Ezzati et al. *Comparative Qualification of Health Risks, Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors*. World Health Organisation. 2004. P. 1321-1352.
6. Blam I., Kovalev S. Using Happiness Data for Non-Marketed Goods Valuation: Issues and Applications. *Voprosy statistiki*. 2014;(9):24-31. (In Russ.)
7. Stern N. *Stern Review: The Economics of Climate Change*. Cambridge University Press: 2007. 712 p.
8. Kotlyakov V.M. On causes and effects of current climate changes. *Solar-Terrestrial Physics*. 2012;(21):110-114.
9. Luthi D., Le Floch M., Bereiter B., et al. High-Resolution Carbon Dioxide Concentration Record 650.000–800.000 Years Before Present. *Nature*. 2008;(453):379–382.
10. How to Value a Grandchild. *The Economist*. December 4th 2006.
11. Nordhaus W.D. A Review of the Stern Review on the Economics of Climate. *Journal of Economic Literature*. 2007;45(3):686–702.
12. The Moral Assumptions Embedded in Economic Models of Climate Change: How Much Less Do You Value Your Descendants' Lives Than Your Own? *The Economist*. December 6th 2018.
13. Bero L.A. Tobacco Industry Manipulation of Research. *Public Health Reports*. 2005;120(2):200-208.
14. Environmental Impacts of Shale Gas Extraction in Canada. The Expert Panel on Harnessing Science and Technology to Understand the Environmental Impacts of Shale Gas Extraction, Council of Canadian Academies. Council of Canadian Academies, Ottawa, Canada. 2014. 292 p.

About the author

Inna Yu. Blam - Cand. Sci. (Econ.), Assistant Professor, Senior Researcher, Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. 17, Academician Lavrentyev Ave., Novosibirsk, 630090, Russia. E-mail: inna@ieie.nsc.ru.

Funding

The study was financed by the IEEP of the SB RAS in the framework of the priority direction XI.172 (Project XI.172.1.1. (0325-2017-0010) No. AAAA-A17-1170222501-132-2).