

А. А. МАШУКОВ

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ЭКОЛОГО-
ЭКОНОМИЧЕСКОГО РИСКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Рассмотрены основные типы мероприятий по охране окружающей среды на предприятиях железнодорожного транспорта. Приведены способы определения промежуточных и итоговых эколого-экономических показателей. Дана оценка эффективности пяти природоохранных мероприятий, осуществляемых на предприятиях Восточно-Сибирской железной дороги.

© 2006 Машуков А. А.

The main kinds of environmental protection measures in railroad transportation enterprises are considered. Methods of determining the intermediate and final ecological and economic indexes are outlined. An assessment of efficiency is made for five nature conservancy measures that are being implemented in the enterprises of the East-Siberian Railroad.

В настоящее время весьма различно понимание термина «риск». Однако общим во всех его определениях является то, что риск всегда связан с вероятностью какого-либо нежелательного события. Этот термин широко применяется в исследованиях антропогенного воздействия на окружающую среду и используется как терминологический оборот «эколого-экономический риск». Нами предложено следующее его определение: эколого-экономический риск (ЭЭР) — это уровень воздействия на различные компоненты окружающей среды, соотношенный с потенциалом ее устойчивости и выраженный в стоимостной и(или) вероятностной форме.

Количественно величину ЭЭР можно оценить на основе концепций порогового и беспорогового действия. Концепция беспорогового действия нашла широкое применение за рубежом (в частности, ее использует US EPA — Агентство по охране окружающей среды США), а в последнее время постепенно внедряется и в РФ [1]. Однако в России она официально не принята, поэтому используется концепция порогового действия, основанная на национальной системе гигиенического регламентирования неблагоприятных факторов.

В основе этой системы — предельно-допустимые концентрации (ПДК) и базирующиеся на них нормативы предельно-допустимых выбросов (ПДВ), сбросов (ПДС) и лимитов размещения отходов. В свою очередь, на этих нормативах основывается расчет платежей за загрязнение, взимаемых с предприятий-загрязнителей в соответствии с действующим законодательством. Эти платежи являются стимулом к проведению мероприятий по снижению ЭЭР (природоохранных).

Несмотря на то, что железнодорожный транспорт — один из наиболее экологически чистых видов природоохранной деятельности на железных дорогах РФ уделяется большое внимание. Так, в федеральном законе «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» от 10 января 2003 г. одной из главных функций отрасли названо обеспечение экологической безопасности. В соответствии с «Экологической программой железнодорожного транспорта на 2001–2005 гг.» [2] можно выделить группы и типы мероприятий по снижению ЭЭР (табл. 1).

Таблица 1

Классификация мероприятий по снижению эколого-экономического риска на предприятиях железнодорожного транспорта

Назначение	Тип мероприятий	Содержание мероприятий
Снижение выбросов в атмосферу загрязняющих веществ	Ликвидация источников выбросов	Закрытие маломощных котельных и подключение объектов к централизованному источникам тепла
	Внедрение ресурсосберегающих технологий	Перевод котельных и печей в кузнечных и литейных цехах на менее токсичный вид топлива (газ). Перевод котельных на электроотопление
	Установка, реконструкция, наладка пылегазоулавливающего оборудования	Внедрение, модернизация и текущий ремонт пылегазоулавливающего оборудования в котельных, технологических печах, а также в технологических процессах (сушка песка, пропитка шпал, сварка, металло- и деревообработка)
Сокращение сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты	Ликвидация источников сброса	Подключение стоков к канализационным системам, передача очистных сооружений в муниципальную собственность
	Внедрение ресурсосберегающих технологий	Внедрение оборотных и повторных систем водоснабжения, перевод технологических процессов на безводные технологии
	Строительство, реконструкция, наладка канализационных очистных сооружений	Внедрение, модернизация и текущий ремонт сооружений по очистке сточных и ливневых вод
Снижение количества отходов, их обезвреживание и утилизация	Сокращение образования отходов	Ликвидация маломощных котельных, перевод котельных на более экологичные виды топлива и электроотопление
	Обезвреживание отходов	Внедрение установок термического обезвреживания нефтешламов с утилизацией полученного тепла и очисткой отходящих газов; очистка грунтов, загрязненных нефтепродуктами и фенолами, с помощью биопрепаратов
	Утилизация отходов	Регенерация и повторное использование отработанных масел и смазок, электролита аккумуляторных батарей и трихлорэтилена из отходов машин химчистки для нужд предприятий; использование отработанных нефтепродуктов в качестве топлива для котельных; изготовление топливных брикетов из отходов древесины

Природоохранные мероприятия всех типов можно классифицировать по степени снижения загрязнения по таким критериям: не снижающие загрязнение, снижающие загрязнение и исключаящие загрязнение.

К мероприятиям, не снижающим загрязнение, но уменьшающим вредное воздействие объекта на окружающую среду, следует отнести рассеивание выбросов в атмосфере за счет увеличения высоты дымовых труб котельных [3, 4] и разбавление сточных вод перед их сбросом в водоем [5]. Такие мероприятия далее в статье не рассматриваются, поскольку не являются специфичными для предприятий железнодорожного транспорта. Наиболее распространены здесь мероприятия, снижающие загрязнение. В эту группу входят все действия — от внедрения и реконструкции газо- и водоочистного оборудования, установок для обезвреживания отходов до реконструкции основного производства. К исключению загрязнения приводит ликвидация загрязняющего объекта или переход на новую технологию, исключаящую образование выбросов, сбросов и(или) отходов, например закрытие малой котельной, подключение потребителей к другим источникам тепла или перевод котельной на электроотопление.

Мероприятия по созданию оборотных систем водоснабжения могут быть направлены как на снижение, так и на исключение сброса загрязненных стоков (внедрение замкнутой системы). Обратное и повторное водоснабжение позволяют сократить водопотребление (не менее чем на 20 %) и расходы на очистку воды (в 3–10 раз). Последнее объясняется значительно меньшими требованиями к качеству воды в оборотных и повторных системах, чем при сбросе в канализацию и особенно в водоем [6, 7].

Все мероприятия направлены на снижение загрязнения и реализуются, как правило, с учетом экономического эффекта, но при этом есть исключения. Например, при требовании природоохранных органов рекультивировать отстойник-накопитель загрязненных стоков это мероприятие проводится независимо от ожидаемого финансового результата.

Снижению загрязнения способствуют также мероприятия, направленные на реконструкцию основного производства и проводимые по технико-экономическим соображениям, например — реконструкция промывочно-пропарочной станции при переходе на беспропарочную технологию. Экологический эффект тогда может быть в виде снижения объемов выбросов, сбросов, водопотребления и отходов. Однако опять следует отметить, что практически мероприятия, не являющиеся по своей направленности природоохранными, реализуются только в том случае, если предполагают экономический эффект. Необходимо также подчеркнуть перспективность мероприятий такого типа: в настоящее время происходит «экологическая конверсия», т. е. появилась возможность приобрести капитал путем решения экологических проблем [8].

Оценка эффективности любых инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте, включая природоохранные, сейчас осуществляется с учетом дисконтирования денежных потоков, т. е. приравнивания их разновременных значений к их ценности в определенный момент времени, называемый моментом приведения [9, 10].

Показателями общей эффективности природоохранных мероприятий являются чистый дисконтированный доход, индекс доходности, внутренняя норма доходности и срок окупаемости. Чистый дисконтированный доход (ЧДД) представляет собой сумму изменения затрат за расчетный период, начиная с года осуществления мероприятия. При коротком расчетном периоде (до трех лет) или небольших нормах дисконта (менее 0,05) можно не производить дисконтирование показателей, в этом случае вместо ЧДД используется другой показатель — чистый экономический эффект (ЧЭЭ) [10], с которым тесно связан индекс доходности (ИД). Природоохранное мероприятие считается эффективным, если $ЧДД > 0$ и $ИД > 1$.

Внутренняя норма доходности (ВНД) представляет собой норму дисконта ($E_{вн}$), при которой приведенные эффекты равны приведенным затратам на осуществление мероприятия. Если расчетное значение ВНД не меньше требуемой нормы прибыли на инвестицию, мероприятие признается экономически эффективным.

Срок окупаемости (возврата) затрат на природоохранное мероприятие представляет собой период от начала его осуществления до того момента, когда ЧДД становится неотрицательным. Мероприятие считается экономически эффективным, если срок его окупаемости не превышает нормативного ($T_0 \leq T_n$). Нормативный срок окупаемости для объектов энергетики (котельных) составляет 8,3 лет, для прочих объектов железнодорожного транспорта — 6,7 лет.

При наличии нескольких вариантов мероприятия по результатам расчетов проводятся их сравнение и выбор наилучшего (с максимальным ЧДД или ЧЭЭ). Показателем при сравнении вариантов с одинаковыми результатами считаются приведенные строительно-эксплуатационные затраты ($\mathcal{E}_{пр}$). Экономически наиболее эффективным считается вариант с минимальными $\mathcal{E}_{пр}$.

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (T_p) соответствует временному периоду, за который дополнительные затраты на более дорогой вариант природоохранного мероприятия

окупаются за счет прироста экономического эффекта при его реализации. Полученное значение T_p сравнивается с нормативным сроком окупаемости T_n , и при $T_p \leq T_n$ принимается более дорогой вариант мероприятия.

Мероприятия, направленные на реконструкцию основного производства, при нулевом или отрицательном суммарном предотвращенном ущербе ($Y \leq 0$) считаются экологически неэффективными, даже если они эффективны с экономической точки зрения [10–12]. Особенности различных типов мероприятий по снижению ЭЭР необходимо учитывать при оценке их эффективности.

Атмосфероохранные мероприятия — наименее сложные с точки зрения эколого-экономической оценки их эффективности. Большинство из них на железнодорожном транспорте направлены на снижение вредных выбросов котельных — главных источников загрязнения атмосферы. Мероприятия, заключающиеся в ликвидации маломощных котельных, исключают загрязнение всех компонентов природной среды, поэтому предусматривают нулевой ущерб после их проведения, как и отсутствие расходов на эксплуатацию котельной, однако для предприятия-владельца котельной увеличиваются затраты на отопление помещений от другого источника.

При переводе котельной на менее токсичный вид топлива ущерб после мероприятия снижается. Массы выбросов рассчитываются в соответствии с установленной методикой в зависимости от расхода топлива. При переводе котельной на электроотопление ущерб после мероприятия равен нулю, а расходы на электроэнергию для отопления значительно возрастают. Внедрение оборудования для очистки выбросов от котельных или технологических процессов приводит к снижению ущерба, определяемому в зависимости от характеристик устанавливаемых аппаратов для очистки отходящих газов.

При оценке водоохранных мероприятий следует учитывать возможность изменения объемов водопотребления (как правило, снижения при внедрении оборотных систем водоснабжения), сброса сточных вод в канализационные системы и водные объекты, образование отходов при очистке стоков и возможность создания и ликвидации рабочих мест, связанных с эксплуатацией очистных сооружений или основного производства.

Водоохранные мероприятия могут заключаться в ликвидации источников сбросов (см. табл. 1), однако нельзя считать, что при этом полностью исключается загрязнение, поскольку при подключении стоков к канализационным системам может наблюдаться и обратная ситуация, когда после внедрения или модернизации водоочистного оборудования сточные воды, отводимые ранее в канализацию, сбрасываются в водоем. Более распространены мероприятия по усовершенствованию существующих систем очистки стоков перед сбросом их в канализацию.

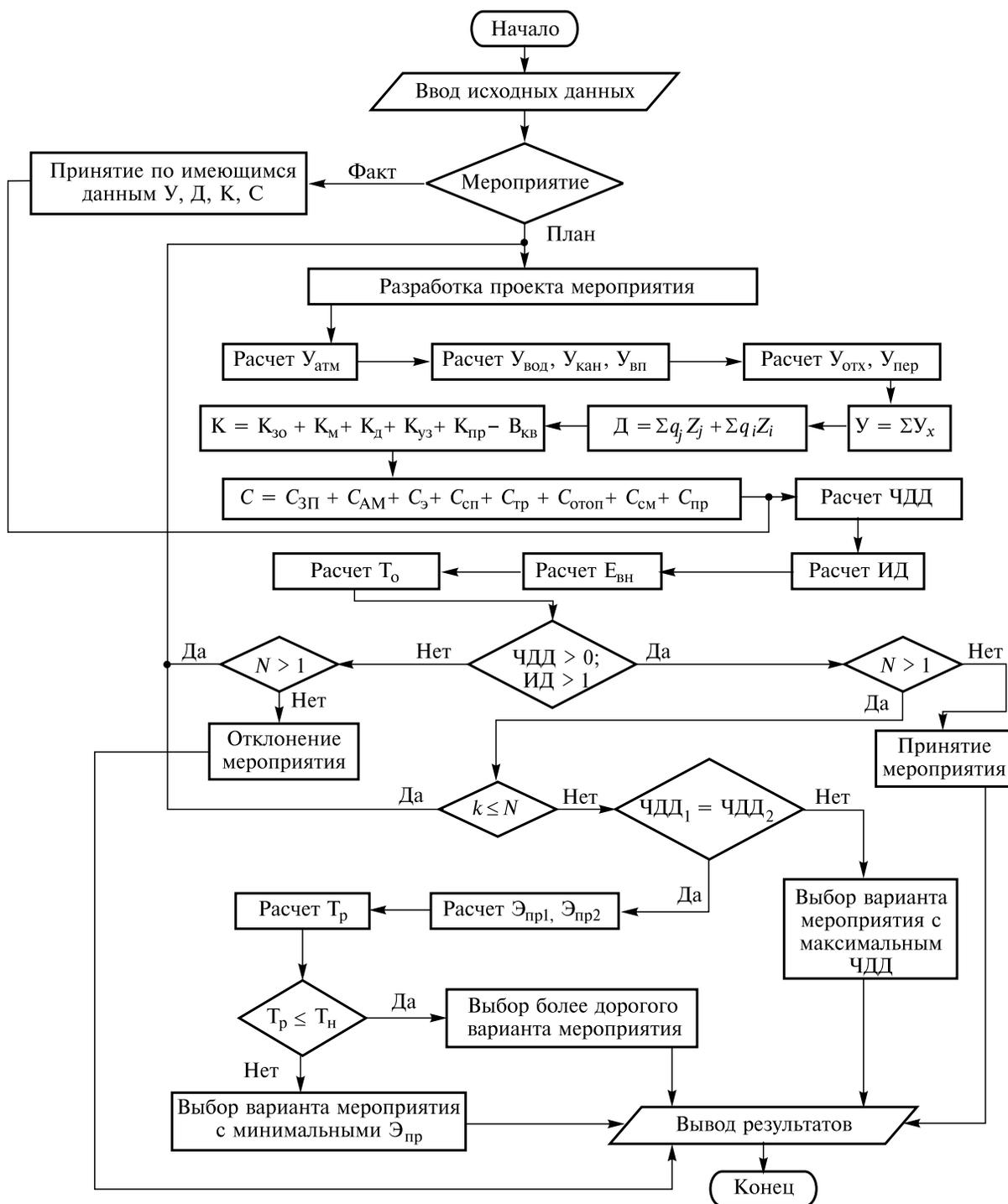
Существующая проблема водоохранных мероприятий — образование отходов при очистке сточных вод. Расходы на обезвреживание отходов следует включить в эксплуатационные расходы, а плату за их размещение и передачу отнести к категории экологического ущерба. Некоторые отходы полезно используются (утилизируются) на предприятии или реализуются, за счет чего извлекается дополнительный доход, например — использование нефтепродуктов, собранных нефтеловушкой, как топлива для котельной.

Зачастую при осуществлении водоохранных мероприятий требуется увеличение количества рабочих мест, особенно при создании новых и расширении существующих очистных сооружений. Эту статью расходов необходимо учитывать при определении эксплуатационных расходов, как и затраты на спецодежду.

При оценке мероприятий по снижению количества отходов следует различать их обезвреживание и утилизацию. Обезвреживание представляет собой технологическую операцию (или их совокупность), направленную на превращение первичных токсичных веществ в нетоксичные. Утилизация (полезное использование отходов) — совокупность технологических операций, в результате которых из отходов производится полезная продукция, в том числе тепло и энергия [7].

Мероприятия по обезвреживанию и утилизации отходов могут быть направлены на снижение их количества в ходе производственного процесса и(или) ликвидацию уже накопленного. Предлагается считать отходы, имевшиеся на предприятиях до проведения мероприятия, накопленными, а образующиеся после его осуществления — возникающими в производственных процессах. Расходы на ликвидацию накопленных отходов следует отнести к капитальным вложениям, оценивая их как эксплуатационные расходы по различным статьям (материалы, электроэнергия, заработная плата и др.) с учетом количества накопленных отходов.

Различаются первичные и вторичные отходы. Первичные возникают при работе основного оборудования, а также оборудования для очистки отходящих газов и сточных вод, вторичные образуются после ликвидации первичных. Обезвреживание или утилизация первичных отходов приводят к образованию вторичных, плата за размещение или передачу которых включается в экологический ущерб, а затраты на их ликвидацию — в эксплуатационные расходы. Плата за размещение или передачу и расходы на ликвидацию вторичных отходов, образовавшихся при ликвидации на-



Единый алгоритм эколого-экономической оценки эффективности природоохранных мероприятий.

$У$ — предотвращенный ущерб, руб/год; $У_x$ — составляющие предотвращенного ущерба (экологические платежи): $У_{атм}$ — за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, $У_{вод}$ — за сбросы стоков в водоемы, $У_{отх}$ — за размещение отходов; выплаты сторонним организациям: $У_{кан}$ — за прием стоков канализацией, $У_{пер}$ — за передачу отходов, $У_{вп}$ — плата за водопотребление); $Д$ — прирост дохода (дополнительный доход), руб/год; $q_{i(j)}$ — количество товарной продукции i -го (j -го) вида или качества, получаемой до (после) осуществления оцениваемого мероприятия; $Z_{i(j)}$ — оценка единицы i -й (j -й) продукции; $К$ — капитальные вложения, руб.: $К_{з0}$ — затраты на закупку оборудования, $К_m$ — на монтажные работы, $К_d$ — на демонтаж старого оборудования, $К_{уз}$ — на ликвидацию запаса накопленных отходов, $К_{пр}$ — прочие составляющие капитальных затрат; $В_{кв}$ — возврат капитальных вложений; $С$ — эксплуатационные расходы (текущие затраты), руб/год: $С_{зп}$ — затраты на оплату обслуживающего персонала, $С_{ам}$ — амортизационные отчисления, $С_э$ — расходы на силовую электроэнергию, $С_{сп}$ — затраты на спецодежду, $С_{тр}$ — транспортные расходы, $С_{отоп}$ — расходы на отопление, $С_{см}$ — расходы на сырье и материалы, $С_{пр}$ — прочие составляющие эксплуатационных расходов; T_n — нормативный срок окупаемости, лет; k — номер варианта природоохранного мероприятия; N — количество вариантов природоохранного мероприятия.

копленных, относится к капитальным вложениям. При утилизации возникающих или накопленных отходов соответственно может быть получен дополнительный доход или сокращены капитальные вложения.

Некоторые способы обезвреживания и утилизации отходов приводят к образованию выбросов в атмосферу, загрязнению сточных вод и увеличению водопотребления. Так, при сжигании отходов в инсинераторе в воздух выбрасывается большое количество загрязняющих веществ — твердых частиц, оксидов азота и углерода, диоксида серы, бенз(а)пирена, диоксинов и др. [13]. Платежи за загрязнение и водопотребление при ликвидации возникающих отходов являются частью экологического ущерба, а накопленных отходов — частью капитальных вложений.

При осуществлении мероприятий по снижению количества отходов, как и водоохраных, могут потребоваться новые рабочие места. Необходимо также учитывать возможные транспортные расходы при необходимости перевозки отходов к стационарному оборудованию для обезвреживания (утилизации) или передвижного оборудования к местам их накопления. Последнее практикуется в США, где эксплуатируется передвижной инсинератор на пневмоколесном ходу [13]. Расходы по данным статьям включаются в текущие затраты.

Представляем алгоритм эколого-экономической оценки эффективности природоохранных мероприятий, характерных для объектов железнодорожного транспорта (см. рисунок). В соответствии с методикой, базирующейся на этом алгоритме, проведен расчет эколого-экономической эффективности природоохранных мероприятий, осуществленных при предлагаемых к внедрению на предприятиях ВСЖД (табл. 2). Приведены также результаты расчетов эколого-экономической эффективности перечисленных мероприятий (табл. 3).

Таблица 2

Природоохранные мероприятия на предприятиях ВСЖД

Номер мероприятия	Предприятие	Мероприятие		Год осуществления
		назначение	состав	
1*	Локомотивное депо ст. Зима (ТЧ-3)	Доочистка стоков предприятия с целью обеспечения возможности сброса в водоем	Внедрение флотатора KROFTA SPC-6 дополнительно к имеющейся нефтеловушке и флотатору ЦНИИ-5	1999
2	Промывно-пропарочная станция (ППС-5), ст. Южная	Снижение концентрации нефтепродуктов, меди и других веществ в стоках ППС	Установка флотатора KROFTA SPC-24 и замена устаревшей нефтеловушки	Проект
3	Локомотивное депо ст. Иркутск-Сортировочный	Сокращение выбросов загрязняющих веществ котельной локомотивного депо	Перевод котельной на электроотопление	»
4	Локомотивное депо ст. Улан-Удэ	Обезвреживание отходов предприятия	Внедрение оборудования для сжигания отходов (инсинератора)	»
5	ППС-17, ст. Суховская	Исключение сброса сточных вод	Реконструкция ППС: переход на беспропарочную технологию очистки цистерн с использованием средства О-БИС	»

* Осуществленные мероприятия.

Таблица 3

Результаты эколого-экономической оценки природоохранных мероприятий

Мероприятие (см. табл. 2)	У, тыс. руб/год	К, тыс. руб.	С, тыс. руб/год	ЧДД, тыс. руб/год	ИД	Т _о , лет
1	111,387	508,375	35,246	2,64	1,005	6,68
2	460,354	2474,04	76,099	87,66	1,035	6,44
3	8,458	3322	-524,512	1119,417	1,337	6,23
4	3071,25	2942,499	1745,751	5895,54	3,003	2,22
5	2984,795	27063	-1922,908	5655,02	1,209	5,51

Примечание. У — предотвращенный ущерб; К — капитальные вложения; С — эксплуатационные расходы (текущие затраты); ЧДД — чистый дисконтированный доход; ИД — индекс доходности; Т_о — срок окупаемости.

Первые два мероприятия заключаются во внедрении водоочистного оборудования — флотаторов KROFTA различной производительности. В стоимость этого оборудования включены также затраты на монтажные работы. При оценке мероприятия (см. табл. 2), осуществленного в локомотивном депо ст. Зима, среди составляющих капитальных вложений приводятся затраты на таможенное оформление, а со знаком минус учитывается возврат налога на добавленную стоимость.

Мероприятие по очистке стоков ППС-5 помимо внедрения флотатора предусматривает замену устаревшей нефтеловушки реактором-отстойником, разработанным во Всероссийском научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта. В его стоимости учитываются затраты на монтаж аппарата, однако расходы на демонтаж нефтеловушки следует принять отдельно (50 % стоимости). Затраты на сырье и материалы представляют собой расходы на реагенты (коагулянт и флокулянт), необходимые для работы флотатора. Предотвращенный ущерб — это разница между платой за сброс загрязненных сточных вод до и после мероприятия.

В ТЧ-3 ст. Зима основная масса стоков до мероприятия сбрасывалась в канализацию, меньшее количество — в водоем (руч. Тимон). После внедрения флотатора сброс в канализацию прекращен, и весь объем сточных вод, отнесенных к категории нормативно очищенных, направлен в ручей. Следовательно, исключаются выплаты за прием стоков по договору и увеличиваются платежи за сброс загрязняющих веществ в водный объект. После внедрения флотатора для очистки стоков ППС-5 предполагается продолжать сбрасывать их в канализацию, однако существенное уменьшение концентраций загрязняющих веществ (нефтепродукты, медь, взвешенные вещества и др.) позволит снизить плату за сверхнормативный сброс.

При оценке эколого-экономической эффективности перевода котельной ТЧ-5 на электроотопление (мероприятие 3) учитывается стоимость закупаемых электродвигателей без затрат на их монтаж и демонтаж паровозных котлов. В качестве эксплуатационных расходов учитывается экономия затрат на отопление, представляющая собой разницу между расходами на топливо до осуществления мероприятия и на электроэнергию — после. Остальные составляющие эксплуатационных расходов в данном случае либо не изменяются, либо изменяются незначительно. Экономический эффект этого мероприятия достигается главным образом за счет снижения эксплуатационных расходов. После перевода котельной на электроотопление выбросы в атмосферу и платежи за них исключаются, поэтому предотвращенный ущерб равен плате за выбросы до мероприятия.

Внедрение инсинератора в ТЧ-7 (мероприятие 4) не предусматривает демонтажа какого-либо оборудования, а стоимость работ по монтажу этого аппарата включена в капитальные вложения. В качестве затрат на сырье и материалы учтены расходы на дизельное топливо для инсинератора. Предотвращенный ущерб в данном случае — снижение платежей за размещение отходов депо.

Последнее мероприятие (5), заключающееся в реконструкции ППС-17, предусматривает подробный учет составляющих капитальных вложений, большинство из которых (кроме затрат на строительно-монтажные работы) входит в прочие расходы. Сюда относятся следующие их виды: транспортные, пусконаладочные, шефмонтаж, проектно-изыскательские работы, материалы, необходимые для запуска оборудования.

Внедрение беспрочной очистки цистерн с использованием моющего средства О-БИС позволяет снизить расходы на водяной пар для пропарки (отнесены к прочим расходам) и на электроэнергию, однако при этом возрастают затраты на сырье и материалы (моющее средство). Использование экологически прогрессивной технологии позволяет исключить расходы на водопотребление, очистку стоков и ликвидацию отходов, что учитывается при определении предотвращенного ущерба.

Все рассмотренные природоохранные мероприятия эффективны как с экологической, так и с экономической точки зрения, поскольку приводят к снижению ущерба окружающей среде, имеют положительный чистый дисконтированный доход и окупаются в сроки, не превышающие нормативных значений (8,3 лет для объектов энергетики, 6,7 лет для прочих объектов).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Филимонов А. В.** Этап финансирования эколого-экономического риска в рамках процедуры ОВОС // Экологическая экспертиза: Обзорная информация. — М.: ВИНТИ, 2003. — Вып. 6.
2. **Экологическая** программа железнодорожного транспорта на 2001–2005 годы. — М.: МПС РФ, 2000.
3. **Охрана** окружающей среды / Белов С. В., Барбинов Ф. А., Козьяков А. Ф. и др. — М.: Высш. шк., 1991.
4. **Борщов Д. Я., Воликов А. Н.** Защита окружающей среды при эксплуатации котлов малой мощности. — М.: Стройиздат, 1987.
5. **Инженерная** защита окружающей среды. — СПб: Лань, 2002.
6. **Маслов Н. Н., Коробов Ю. Н.** Охрана окружающей среды на железнодорожном транспорте. — М.: Транспорт, 1996.

7. **Охрана** окружающей среды и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте. — М.: УМК МПС России, 1999.
8. **Реймерс Н. Ф.** Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) // Россия молодая. — 1994.
9. **Экономика** железнодорожного транспорта / Белов И. В., Терешина Н. П., Галабурда В. Г. и др. — М.: УМК МПС России, 2001.
10. **Лиясов А. Н., Сидоренко В. И., Будаев С. А.** Комплексная оценка эффективности новых технических средств и технологий на предприятиях железнодорожного транспорта — Иркутск: ИрГУПС, 2002.
11. **Тимофеева С. С.** Экологический менеджмент. — Иркутск: Изд-во Иркут. гос. техн. ун-та, 2002.
12. **Цховребов Э. С.** Охрана окружающей среды на железнодорожном транспорте. — М.: Космосинформ, 1996.
13. **Chiras, Daniel D.** Environmental science: action for sustainable future (3rd ed). — California, 1991.

*Иркутский государственный университет
путей сообщения*

*Поступила в редакцию
31 января 2005 г.*