

ПО СТРАНИЦАМ ЗАРУБЕЖНЫХ ЖУРНАЛОВ

Материал подготовил к.т.н. Г.В. Мельник

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПЛАН СНИЖЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ОТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В ЕВРОПЕ

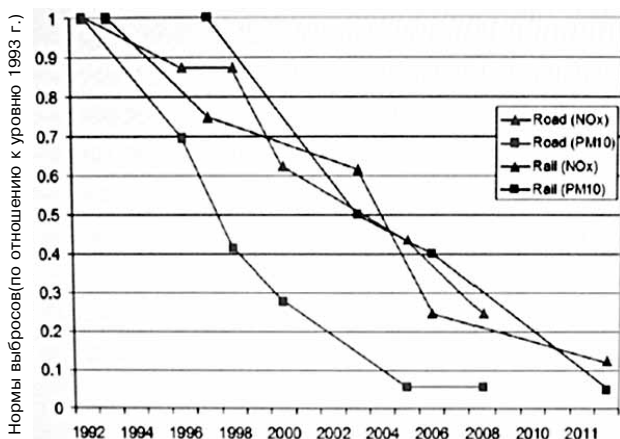
Необходимость законодательного ограничения вредных выбросов от железнодорожного транспорта признается по обе стороны Атлантики, хотя подходы к этому вопросу разнятся. В то время как государственные и местные органы надзора за состоянием окружающей среды в США озабочены лишь чистотой воздуха, европейские надзорные органы, такие как экономическая комиссия ООН по Европе (UNECE) и Еврокомиссия (ЕС) на основании Киотского протокола склоняются к учету не только вредных для здоровья веществ, но и газов, создающих парниковый эффект, который может повлиять на изменение климата.

Американский подход нашел свое отражение в недавней кампании под названием «Угроза на колесах», организаторы которой назвали тепловозы «одним из крупнейших и опаснейших источников загрязнения, не подпадающих под действие существующих нормативов». Правила ЕРА требуют снижения выбросов от двигателей тяжелых грузовиков, дорожных и сельскохозяйственных машин, как минимум, на 90 %, тогда как требуемое снижение выбросов тепловозных и судовых дизелей сегодня составляют лишь 25–50 %, что считается явно недостаточным. В 2004 году ЕРА объявило о намерении ввести более жесткие нормативы для тепловозных двигателей, заимствованные из Программы снижения выбросов дизелей для недорожного

транспорта. Эти нормативы, изложенные в «Предварительном уведомлении о предлагаемых изменениях правил» (ANPRM) и вступающие в силу уже в 2011 году, требуют внедрения продвинутых методов очистки газов, аналогичных тем, что уже сейчас вводятся для большегрузного автотранспорта. По мнению ЕРА, эти методы позволят сократить выбросы NO_x и РМ от тепловозных дизелей на 90 %.

Данные предложения планировалось подготовить к середине 2005 года, а в 2006 году опубликовать окончательную редакцию правил. Этот график не был выдержан, что дало представителям Euromot возможность обсудить данную проблему с законодателями в марте этого года на встрече в городе Анн-Арбор, США. Двигателестроители подтвердили предложенный ими еще в августе 2004 года поэтапный подход, а именно: снижение выбросов к 2011 году за счет совершенствования двигателей, и оценка возможностей введения очистки газов после 2015 года. Кроме того, Euromot вновь поднял вопрос об унификации экологического законодательства США и ЕС. Директива ЕС 004/26/ЕС (о транспортных неавтомобильных средствах) устанавливает предельно допустимые нормы выбросов для тепловозных дизелей, которые должны быть введены в действие поэтапно: в 2006 году — для мотор-вагонных поездов (DMU), а в 2007/2008 годах — для тепловозов. ЕРА и ЕС работают параллельно над нормами, распространяющимися на аналогичные виды двигателей. ЕРА разрабатывает нормы уровней Tier 3 и Tier 4; проект должен быть готов к концу 2006 года, а окончательная редакция — к середине 2007 года. Недавно по инициативе Управления Еврокомиссии по предпринимательству был начат пересмотр Директивы 004/26/ЕС в направлении конкретизации требований на 2011/2012 годы (этап 3b), который должен быть завершён к концу 2007 года.

Из-за высокой степени электрификации железных дорог вклад тепловозных дизелей в общее загрязнение воздуха в Европе не превышает 1 % от общей величины. В Европе, в отличие от Северной Америки, лишь небольшая часть пассажирских и грузовых перевозок осуществляется на тепловозной тяге. За некоторыми исключениями, применение тепловозов ограничивается маневровой работой и работой на второ-



степенных ветках, которые, однако, крайне важны для работы железнодорожной сети в целом. Закрытие местных линий неизбежно приводит к тому, что их нагрузку берет на себя автотранспорт, относительный вклад которого в загрязнение воздуха (в расчете на тонно-километр) втрое больше по сравнению с железнодорожным транспортом. С точки зрения энергетической эффективности, а также глобального потепления и сопутствующих климатических изменений, подобное перераспределение грузопотоков крайне отрицательно сказывается на переходе к так называемой малоуглеродной экономике.

С учетом пересмотра Директивы 004/26/ЕС Международный союз железных дорог (UIC) в октябре 2003 года принял решение о разработке «Плана совершенствования парка дизелей», который должен был стимулировать опережающее внедрение мероприятий по снижению вредных выбросов дизелей (NO_x и РМ). Краеугольным камнем этого плана стал проект «Исследования тепловозных дизелей», совместно финансируемый Еврокомиссией и Советом по транспорту и энергии (TREN). Исследование проводилось в 2005 году. Помимо UIC, в нем приняли участие Союз железных дорог Европы (CER), Европейский союз железнодорожной промышленности (UNIFE) и Европейская ассоциация производителей двигателей внутреннего сгорания (Euromot). Целью исследования была оценка современного технического состояния средств снижения выбросов как внутренних, например, рециркуляция выхлопных газов (РВГ), так и внешних, например, фильтрация частиц (ФТЧ) и селективное каталитическое восстановление NO_x (СКВ) — с точки зрения затрат и экономической эффективности. Основной задачей Euromot было изучение вариантов по этапам 3а и 3б ЕС для существующих и новых двигателей, исходя из полного анализа расчетных затрат и результатов по всему жизненному циклу двигателя. По результатам этого исследования были сделаны следующие основные выводы по состоянию и развитию будущего парка двигателей:

➤ В перспективе дизелям по-прежнему отводится весьма важная роль.

➤ Вклад железнодорожного транспорта в загрязнение воздуха в местном масштабе может быть весьма существенным, однако в более широком контексте его вклад в общее загрязнение воздуха по сравнению с другими источниками относительно мал.

Определены технические и организационные мероприятия по снижению вредных выбросов:

➤ Для всех тяговых единиц, обследованных в ходе настоящей работы можно подобрать известные технологии снижения вредных выбросов,

однако для агрегатов, выпущенных до 1990 года, выбор таких технологий весьма ограничен.

➤ Попытки применения известных методов очистки газов к существующим транспортным средствам могут столкнуться с серьезными проблемами, связанными с весогабаритными показателями соответствующих устройств.

➤ Требования этапа 3а для будущих транспортных средств могут быть, по-видимому, удовлетворены без использования средств очистки газов. Для выполнения требований этапа 3б, скорее всего, потребуется применение ФТЧ.

➤ Необходимые организационные мероприятия зависят, главным образом, от конкретных условий.

Возможные мероприятия по сокращению вредных выбросов

Для существующего парка: экономически наиболее перспективной (с точки зрения чистой прибыли) является ремоторизация; экономически выгодными могут быть также системы СКВ+ФТЧ.

Для будущего парка: при выполнении требований Этапов 3а и 3б следует ориентироваться скорее на снижение начальных затрат, нежели на достижение экономического эффекта.

Данное исследование, однако, не смогло охватить целый ряд важных вопросов, поэтому рекомендовано продолжить работу по всесторонней оценке возможных методов снижения вредных выбросов тепловозных дизелей с учетом всех аспектов. С этой целью UIC, UNIFE и Euromot создали экспертную группу для продолжения работы по оценке влияния нового законодательства на первоначальные затраты, эксплуатационные расходы и стоимость техобслуживания транспорта с учетом весовых показателей локомотивов и места, необходимого для установки оборудования и замены двигателей. Деятельность экспертной группы будет сосредоточена на следующих моментах.

Оптимизация рабочего процесса (Euromot и ЕМА)

Большинство двигателей, прошедших проверку на соответствие требованиям документа 624 UIC в части вредных выбросов, по уровню твердых частиц укладываются в существующие нормативы с большим запасом. Это обеспечивается, во-первых, применением малосернистых топлив, во-вторых — оптимизацией камеры сгорания и совершенствованием методов впрыска. Ожидается, что двигателестроители укажут технические пределы возможных изменений внутренних параметров двигателей для улучшения экологических показателей и количественно оценят влияние этих параметров на надежность и ремонтпригодность дизелей, а также место, требуемое для установки соответствующих компонентов.

Системы очистки и фильтрации газов для тепловозных дизелей (EUROMOT и UNIFE)

В настоящее время ни сами двигатели, ни системы очистки газов не проектируются специально для железнодорожного применения в виду того, что этот сектор занимает лишь небольшую часть рынка.

В мотор-вагонных секциях используются автотракторные или общепромышленные дизели, а на тепловозы устанавливаются судовые или стационарные двигатели. То же самое относится и к системам очистки газов. Необходимо изучить существующие системы очистки газов и оценить их пригодность для тепловозной работы.

Располагаемое место на тепловозе, влияние на его весогабаритные показатели (UNIFE)

До сих пор практически отсутствуют данные по эксплуатации систем очистки газов с теми размерами, которые необходимы для применения на тепловозах, такие как срок их службы, устойчивость к внешним воздействиям, в частности, к механическим напряжениям, колебаниям температуры, вибрациям и т. п. Предполагается провести работу с производителями каталитических нейтрализаторов и фильтров, чтобы получить более ясное представление об этих аспектах.

Влияние новых нормативов на ремоторизацию (UIC)

Основываясь на результатах упомянутой выше работы, необходимо будет изучить возможности замены после 2012 года двигателей существующих тяговых единиц до окончания срока их службы. Если подобная замена невозможна, то либо существующие двигатели должны будут оставаться в эксплуатации, либо тяговые единицы должны быть досрочно списаны. Железные дороги предоставят информацию о влиянии новых нормативов на ремоторизацию с точки зрения затрат и последствия для эксплуатации на примерах автомотрис, маневровых и магистральных тепловозов.

Влияние новых нормативов на стоимость оборудования и эксплуатационные расходы (EUROMOT, UIC, UNIFE)

Основываясь на конкретных допущениях, будет предпринята попытка количественной оценки соответствующего роста расходов на протяжении срока службы оборудования. При анализе СКВ, применяемых для снижения NO_x , необходимо будет учесть стоимость расходных материалов, расход которых составляет порядка 5 % от расхода топлива. Понадобится второй расходный бак, который нужно будет защищать от замерзания, а также система пополнения контура с подогреваемыми бачками, насосами, шлангами и т. п. В отчете будут приведены данные по дополнительным первоначальным и эксплуатационным затратам.

Сравнение с североамериканским законодательством (EUROMOT и EМА)

Испытательный цикл (UIC): При измерениях вредных выбросов будут применяться следующие виды испытательных циклов: для тепловозных двигателей — локомотивный цикл F по ИСО 8178-4, а для DMU, согласно директиве NRMM (2004/267EC), должен использоваться цикл C1. UIC изучит вопрос о применимости цикла C1 для тяговых единиц.

Результаты настоящей работы будут опубликованы в конце 2006 года и послужат основанием для последующих переговоров с Управлением Еврокомиссии по предпринимательству относительно будущих нормативов по вредным выбросам для тепловозных двигателей. Euro-mot будет систематически информировать читателей о деятельности железных дорог по снижению загрязнения воздуха.

*Diesel & Gas Turbine Worldwide,
July-August 2006*

ВОЗДУХ КАЛИФОРНИИ СТАНЕТ ЧИЩЕ

Тепловозы железнодорожной компании Union Pacific считаются самыми экологически безопасными во всей Америке. Особое внимание компания уделяет чистоте воздуха в Калифорнии, в первую очередь — снижению к 2010 году вредных выбросов в районе южного побережья штата, где экологические нормы пока не выполняются.

В июне 2005 года калифорнийский Совет по защите чистого воздуха подписал с Union Pacific и железной дорогой Burlington Northern Santa Fe Railway меморандум о дальнейшем снижении вредных выбросов в зонах товарных станций на территории штата. Согласно этому меморандуму, снижение вредных выбросов осуществляться опережающими темпами, т. е. быстрее и эффективнее, нежели этого требуют законодательство и действующие нормативные документы. Ранее (в 1998 году) был подписан аналогичный меморандум по южному побережью, согласно которому содержание NO_x в отработавших газах тепловозных двигателей в данном районе должно было быть снижено на 67%. Соглашение 2005 года представляет собой очередной шаг по снижению выбросов твердых частиц (PM) на территории штата.

Для этого Union Pacific должна постепенно переходить на использование новых экологически безопасных тепловозов, а также организовать очистку газов существующих тепловозов. Сейчас около половины тепловозного парка Union Pacific, насчитывающего более 7600 единиц, сертифицировано на соответствие требованиям EPA Tier 0, 1 или 2.

В порядке реализации этого соглашения, в частности, фирма National Railway Co. начала поставки новых экологически безопасных тепловозов GSL (с электропередачей) для Лос-Анджелеса. На каждом из них установлено 3 шестицилиндровых дизеля с наддувом Cummins QSK19 мощностью 522 кВт каждый, с рабочим объемом 19 л. Двигатель QSK19 сертифицирован на соответствие Tier 3. Многодвигательная установка позволяет более эффективно оптимизировать работу локомотива во всем диапазоне нагрузок как в части экологии, так и по расходу топлива за счет отключения одного или двух двигателей. По сравнению с существующими маломощными тепловозами Union Pacific, локомотивы GSL должны обеспечить величину снижения вредных выбросов до 80 %, а расхода топлива — до 40 %. В 2006–2007 годах планируется приобрести 60 таких тепловозов для маневровой работы в районе Лос-Анджелеса.

Что касается модернизации имеющихся тепловозов, то в настоящее время проводятся сравнительные испытания двух методов очистки газов. Во-первых, тепловоз EMD SD60M 1992 года выпуска оборудуется системой каталитической очистки окислительного типа производства Miratech Corp. Данная система, ранее применявшаяся только в стационарных условиях, теперь будет поставлена на тепловоз SD60M мощностью 2834 кВт, который станет первым в Америке локомотивом, использующим эту надежную и высокоэффективную систему для снижения содержания в отработавших газах таких веществ, как окись углерода, частицы, летучие органические соединения и другие вредные компоненты. Проходя через систему каталитической очистки, твердые частицы превращаются в углекислый газ и воду.

Переоборудованием двигателя занимается Southwest Research Institute (SwRI) в Сан-Антонио, Техас, который впоследствии также проведет испытания тепловоза на соответствие требованиям EPA. Модернизированный тепловоз будет проходить опытную эксплуатацию в районе Лос-Анджелеса в течение, как минимум, одного года.

Для испытания альтернативной технологии выбран маневровый тепловоз 1982 года выпуска мощностью 1119 кВт, который будет оборудован системой фильтрации твердых частиц (ФТЧ) MobiClean. Система ФТЧ MobiClean разработана швейцарской фирмой HUG Engineering, производящей оборудование очистки газов для дизель-генераторов, промышленных, судовых и тепловозных двигателей. Подобное оборудование уже установлено на нескольких сотнях тепловозов в Швейцарии и Германии.

Для фильтрации частиц в MobiClean используются монолитные блоки из карбида кремния. С помощью активной регенерации MobiClean обеспечивает ликвидацию до 99% сажи, скапливающейся на поверхности фильтрующего слоя из карбида кремния. Система отслеживает противодавление выпуску; когда оно достигает заданного предельного значения, включается горелка, работающая на дизельном топливе, которая выжигает скопившуюся сажу, пока противодавление не вернется в допустимые пределы. После регенерации на поверхности выпускного тракта остается лишь незначительное количество золы, которое без труда сдувается или смывается.

Как правило, для окисления (т. е. выжигания) твердых частиц используется тепло отработавших газов, т. е. происходит так называемое пассивное окисление, для поддержания которого температура отработавших газов должна быть не менее 400°C. В MobiClean, напротив, осуществляется активное окисление, не зависящее от температуры газов. Поэтому процесс может идти на любом режиме работы двигателя, что особенно важно для маневрового тепловоза, двигатель которого большую часть времени работает на холостом ходу или на малых нагрузках.

Фильтр MobiClean делается из нержавеющей стали; по прочности, термостойкости и плотности не уступает фильтрам из металлического волокна и кордиерита. Обслуживание системы не представляет труда, в частности, благодаря использованию съемных фильтрующих кассет. Кроме того, MobiClean обеспечивает хорошее звукопоглощение, и может заменить собой глушитель. MobiClean обеспечивает содержание частиц в газах не более 0,15 г/(э. л. с. · ч), что отвечает ПДК для южного побережья Калифорнии, а также необходимую степень фильтрации канцерогенных микрочастиц PM 10 и PM 2.5.

*Diesel & Gas Turbine Worldwide,
July-August 2006, p. 28–29*

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ДИЗЕЛЕЙ: БЛИЖАЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Европейский опыт

Селективное каталитическое восстановление (СКВ) окислов азота (NO_x) с использованием мочевины в качестве восстановителя известно как экономичное и хорошо зарекомендовавшее себя решение, позволяющее обеспечить выполнение требований Евро 4 и Евро 5 к выбросам автотранспортных дизелей. СКВ дает возможность оптимизировать двигатель, в том числе по топливной экономичности. В свое время была развернута широкая дискуссия по поводу того,

что лучше — СКВ или рециркуляция отработавших газов (РОГ) в сочетании с фильтрами твердых частиц (ФТЧ).

Эта дискуссия не завершена и по сей день, однако в Европе отчетливо прослеживается тенденция применения СКВ на грузовиках с большим плечом пробега, тогда как на машинах, работающих на коротких городских маршрутах, предпочтение чаще отдается комбинации РОГ/ФТЧ. Причина проста — на длинных маршрутах стоимость топлива составляет основную часть эксплуатационных расходов. Поэтому экономия топлива в данном случае перевешивает все неудобства, связанные с перевозкой и впрыском мочевины. Кроме того, ФТЧ требуют периодической очистки, что увеличивает трудоемкость обслуживания.

Для местного транспорта ввиду его меньшего пробега расход топлива не столь критичен, а очистка фильтров не связана с большими трудозатратами. Кроме того, местные власти все чаще законодательно ограничивают доступ автомашин без фильтров в районы городской застройки.

Применительно к тяжелому автотранспорту технология СКВ будет оставаться основным средством выполнения экологических требований Евро 5, вступающих в силу в 2008 году. Необходимое дальнейшее снижение уровня NO_x будет достигаться за счет совершенствования алгоритмов и аппаратуры подачи мочевины, а также за счет улучшения качества каталитического покрытия.

Американский опыт

В конце 2000 года Управление по охране окружающей среды (ЕРА) опубликовало нормы предельно допустимых вредных выбросов для тяжелого автотранспорта на период с 2007 года. Практически аналогичные нормы на 2007 год были приняты калифорнийским Управлением по охране окружающей среды. Впервые за все время нормативы ЕРА распространяются не только на вредные выбросы, но и на состав дизельного топлива. Новые нормы по выбросам являются достаточно жесткими: частицы — 0,01 г/(л. с. · ч); NO_x — 0,20 г/(л. с. · ч) и неметановые углеводороды (NMHC) — 0,14 г/(л.с. · ч), что значительно меньше соответствующих предельных значений, действовавших в 2002/2004 годах.

Нормативы по выбросам частиц применительно к новым машинам вступают в силу в 2007 году. Нормативы по NO_x и NMHC вступают в силу поэтапно в 2007–2010 годах. В частности, 2007–2009 годах относительный объем продаж таких машин должен быть не менее 50 %, а начиная с 2010 года — 100 %.

Нормативы также ужесточают требования к предельному весовому содержанию серы в дизельном топливе дорожных автомобилей, которое теперь не должно превышать 16 ppm — вместо прежних 500 ppm. С 1 июня 2007 года НПЗ должны начать выпуск топлива с содержанием серы не более 15 ppm. С 15 июля это требование распространяется на дизельное топливо, отпускаемое с заводов в качестве малосернистого. С 15 октября оно распространяется на дизельное топливо, отпускаемое в качестве малосернистого с оптовых складов и автозаправочных станций.

До 31.12.09 года НПЗ будет разрешено производить до 20 % дизельного топлива с содержанием серы до 500 ppm. Они также смогут выпускать различные смеси (отвечающие нормам) совместно с другими производителями своего региона.

Переход на малосернистое дизельное топливо явится настоящим прорывом, который создаст условия для применения передовых технологий снижения выбросов, чувствительных к наличию серы, таких как каталитические ФТЧ, катализаторы NO_x , которые необходимы для выполнения экологических требований 2007 года.

Пока же американский рынок на 2007 год выбрал для себя путь использования РОГ/ФТЧ. Тому существуют несколько причин, одной из которых является традиционно низкая цена топлива в США и, напротив, относительно более высокая цена мочевины. Кроме того, сыграли свою роль и опасения, что внедрение СКВ в реальности может столкнуться со значительными трудностями: владельцы грузовиков и водители не станут заполнять баки мочевиной, так что требования к выбросам NO_x практически соблюдаться не будут. Сегодня, однако, уже понятно, что это препятствие не является непреодолимым: для этого существуют бортовые диагностические комплексы и системы, автоматически снижающие мощность двигателя, если система очистки перестает работать по любой причине, будь то самопроизвольный отказ или намеренное отключение.

Перспектива

Новые экологические стандарты, разрабатываемые в США, Европе и Японии, потребуют и дальнейшего совершенствования способов очистки отработавших газов. При этом сегодняшние споры о преимуществах СКВ или РОГ/ФТЧ потеряют актуальность. В США новые нормы для NO_x вступают в действие в 2010 году. В Японии более жесткие требования к NO_x вступят в силу в 2009 году, тогда как в Европе идет обсуждение нового стандарта Евро 6. Все эти новые стандарты потребуют очистки газов как от

частиц, так и от NO_x . Поэтому наиболее востребованными скорее всего окажутся системы, объединяющие в себе функции ФТЧ и восстановления NO_x . Вероятно, появятся системы СКВ в сочетании с РОГ. Возникает необходимость разработки новых высокоэффективных комбинированных систем. К 2010 году следует ожидать появления СКВ в США. Сопrotивление внедрению СКВ, вероятно, будет падать по мере роста цен на топливо.

Создание новых высокоэффективных комбинированных систем потребует решения серьезных технических проблем. Это, во-первых, разработка компактной системы, вмещающей большое количество носителей катализатора и фильтрующего материала. При размещении фильтрующего материала перед катализатором СКВ комбинированная система может включать в себя: окислительный катализатор, фильтр (возможно, с каталитическим покрытием из драгметалла), дополнительный катализатор для предотвращения воздействия углеводородов на катализатор СКВ, катализатор СКВ и катализатор утечек аммиака. Если катализатор СКВ расположен до фильтра, то перед этим катализатором размещают дополнительный окислительный катализатор. При этом образуется дополнительное количество NO_2 , необходимое для активации СКВ.

Основная трудность состоит в том, чтобы поместить все нужные компоненты в систему без существенного повышения противодавления.

Совершенствование рабочего процесса

Специалисты продолжают работать над совершенствованием рабочего процесса, что может снизить нагрузку на систему очистки газов, но вряд ли полностью устранил необходимость в катализаторах и фильтрах. Значительный интерес представляет метод воспламенения сжатием гомогенного заряда (НССИ). В цилиндре предварительно формируется воздушно-топливная смесь, подобно тому как это происходит в бензиновом двигателе. Благодаря этому температура пламени значительно снижается, соответственно уменьшается выход NO_x . Однородность воздушно-топливной смеси способствует также значительному снижению образования частиц.

Однако поддержание гомогенного сгорания во всем диапазоне рабочих режимов двигателя представляет серьезные технические трудности. Более реалистичным паллиативом оказывается применение НССИ при долевых нагрузках. Как и в случае бензинового двигателя с прямым впрыском, управление НССИ оказывается чрезвычайно сложным. Кроме того, НССИ требует высокой степени рециркуляции, большого количества воздуха для сохранения удельной мощности (например, за счет двухступенчатого турбонаддува), управления открытием клапанов и законом топливоподачи.

*Diesil Progress International Edition,
July-August 2006, p. 44—47*

ПРЕДЛАГАЕМ РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМЫ

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ТАРИФЫ НА 2 ПОЛУГОДИЕ 2006 ГОДА

Первая страница обложки	Полноцветная	12000 руб.
Вторая и третья страницы обложки	Полноцветная	10000 руб.
Четвертая страница обложки	Полноцветная	11000 руб.
Внутри журнала из расчета одна страница формата А4	Полноцветная	10000 руб.
	Черно-белая	8000 руб.