

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Скрыпников А. В., Кондрашова Е. В.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Воронеж, Россия (394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1), e-mail: rivelenasoul@mail.ru

В статье осуществлен поиск резервов, которые помогут решить проблему интенсификации автомобильного транспорта. При решении задачи авторы руководствовались экономическим критерием, учитывающим затраты на сооружение и последующее содержание природоохранных мероприятий и земель. Оптимизацию предлагается выполнять на основе разработанной технико-экономической модели в двух постановках: минимизация затрат на выполнение природоохранных мероприятий и на отвод земель для резервно-технологической полосы; максимизация социально-экономического эффекта от проведения природоохранных мероприятий. При решении задач вводятся следующие ограничения: значения искомым переменных должны быть не ниже минимально необходимых и не выше максимально допустимых; ширина резервно-технологической полосы не превышает предельно-допустимой величины; выбросы загрязняющих веществ не превышают предельно-допустимой концентрации на расчётном удалении от автомобильной дороги; выполняются конструктивно-технологические ограничения, определяющие взаимосвязь между искомыми параметрами.

Ключевые слова: природоохранные мероприятия, экономический критерий, отвод земель, предельно-допустимая величина, резервно-технологическая полоса.

AN OPTIMIZATION MODEL OF TECHNICAL AND ECONOMIC IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL ACTIVITIES

Skrypnikov A. V., Kondrashova E. V.

Voronezh State Agricultural University, Voronezh, Russia (394087, Voronezh, street Michurina, 1), e-mail: rivelenasoul@mail.ru

The article presents the search for reserves that will help solve the problem of intensification of road transport. In solving the problem the authors were guided by economic criteria, which takes into account the cost of the construction and subsequent maintenance of environmental protection measures and land. Optimization is proposed to perform on the basis of developed technical and economic model in two formulations: minimizing the cost of environmental activities and land acquisition for reserve-band technology, maximizing social and economic benefits from the conduct environmental activities. In solving problems enter the following restrictions: the values of the variables must be no lower than the minimum required and no higher than the maximum allowable, the width of reserve-band technology does not exceed maximum allowable value; emissions do not exceed the concentration limits on the current distance from the road; performed structural and technological constraints that define the relationship between the required parameters.

Keywords: environmental protection measures, the economic criterion, land acquisition, maximum permissible value, reserve-band technology.

Введение. Парк автомобилей и автомобильные дороги представляют собой главные элементы автомобильно-дорожной системы, конечным продуктом взаимодействия которых являются автомобильные перевозки, то есть доставка грузов и пассажиров, а основным производственным процессом – движение автомобилей по дорогам. Перемещение грузов и пассажиров по автомобильным дорогам – сложный производственный процесс с участием людей, автомобилей, дорожных сооружений и обустройств, на который существенно влияют погодные-климатические условия. Эта совокупность объединена в комплекс «водитель – автомобиль – дорога – среда» (ВАДС). В его структурной схеме исследованы 9 прямых и

обратных связей, приведённых на рисунке 1 [1,2,4,6,9].

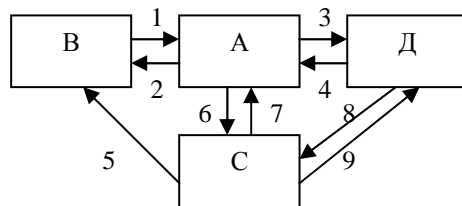


Рисунок 1. Исследованная структура комплекса ВАДС: 1 – выбор водителем режима движения автомобиля; 2 – отработавшие газы, шум и вибрация; 3 – газообразные выбросы, пыль, продукты износа покрытий, шин и тормозных колодок; 4 – спуски, подъёмы, тип покрытия; 5 – вредные газообразные выбросы, пыль; 6 – отработавшие газы, продукты износа покрытий, шин; 7 – погодно-климатические условия; 8 – загрязнение почвы, поверхностного стока; 9 – погодно-климатические условия.

Решение задач повышения скорости, уменьшения перерасхода горючего, удобства и безопасности движения, снижения негативного воздействия транспорта и дорог на экосистемы придорожной полосы, составляющих комплекс транспортно-экологических качеств дорог в сложной системе «водитель – автомобиль – дорога – среда» требует системного подхода в теоретических и экспериментальных исследованиях.

Описание и постановка задачи. За последние годы автомобильный транспорт обеспечивает свыше 60 % объёмов внутренних грузовых перевозок, с тенденцией увеличения этой доли, являясь таким образом «главным перевозчиком» для растущих секторов экономики России.

Поиск резервов, которые помогут решить проблему интенсификации автомобильного транспорта, приводит к необходимости исследовать пути совершенствования транспортно-экологических характеристик автомобильных дорог. Разработка мероприятий по снижению негативных воздействий на окружающую придорожную среду является одной из важнейших задач подпрограммы «Автомобильные дороги» до 2010 г., концепции развития автомобильной промышленности до 2015 г., основных направлений развития лесной промышленности до 2015 г. [3,5–8].

Обеспечение нормативного уровня концентрации загрязнителей в пределах фиксированной резервно-технологической полосы может достигаться применением газозащитных сооружений экранного типа вдоль дорог.

Теоретический анализ. Основная сложность принятия решения состоит в многовариантности решения поставленной задачи, связанной с реализацией как одного, так и в сочетании нескольких мероприятий. Кроме того, определение ширины резервно-технологической зоны также является многовариантной задачей учёта отчуждения земель с разной стоимостью на различных участках автодороги. Поэтому при решении таких задач

следует руководствоваться экономическим критерием, учитывающим затраты на сооружение и последующее содержание природоохранных мероприятий и земель [6,7].

Методика. Поскольку такие расчёты могут быть весьма трудоёмкими, предлагается выполнять оптимизацию принимаемых решений на основе разработанной технико-экономической модели [6]. Модель предусматривает решение стоящей задачи в одной из двух постановок:

- 1) минимизация затрат на выполнение природоохранных мероприятий и на отвод земель для резервно-технологической полосы;
- 2) максимизация социально-экономического эффекта от проведения природоохранных мероприятий.

В первой постановке технико-экономическая модель может быть сформулирована следующим образом: минимизация затрат на реализацию проекта природоохранных мероприятий и на постоянный отвод земель для резервно-технологической полосы:

$$F = \sum C_j X_j + C_3 X_3 \rightarrow \min, \quad (1)$$

где C_j – суммарные (единовременные и текущие) затраты на реализацию варианта природоохранных мероприятий; X_j – искомые параметры по j -му природоохранному мероприятию (геометрические параметры экранных сооружений); C_3 – стоимость отчуждения 1 м² земли для резервно-технологической полосы вдоль автодороги; X_3 – ширина резервно-технологической полосы, м.

При решении задач вводятся следующие ограничения:

- 1) Значения искомых переменных должны быть не ниже минимально необходимых и не выше максимально допустимых:

$$A_{j_{\max}} < X_j < A_{j_{\min}}, \quad (2)$$

где $A_{j_{\min}}$, $A_{j_{\max}}$ – минимально необходимое и максимально допустимое значение j -й переменной;

- 2) Ширина резервно-технологической полосы не превышает предельно-допустимой величины

$$X_3 \leq A_{pt}, \quad (3)$$

где A_{pt} – ширина резервно-технологической полосы для одной стороны дороги. Для получения полной ширины необходимо выполнить расчёт для левой и правой сторон дороги;

3) Выбросы загрязняющих веществ не превышают предельно-допустимой концентрации на расчётном удалении от автомобильной дороги

$$K_{i\phi} - \left(\sum_{j=1}^n B_{ij} + B_3 X_3 \right) \leq K_i : i = 1, m, \quad (4)$$

где $K_{i\phi}$ – фактические концентрации i -го загрязнения на расстоянии 10 м от края проезжей части; B_{ij} – коэффициенты, определяющие степень влияния j -го мероприятия на снижение фактических загрязнений i -го вида; B_3 – коэффициент, учитывающий степень снижения фактического загрязнения i -го вида в зависимости от расстояния до автодороги; K_i – предельно-допустимая концентрация по i -му загрязнителю;

4) Выполняются конструктивно-технологические ограничения, определяющие взаимосвязь между искомыми параметрами (например, между геометрическими параметрами экранных сооружений)

$$\alpha_j X_j - \alpha_{j+1} X_{j+1} = 0, \quad (5)$$

где α_j и α_{j+1} – требуемые соотношения между искомыми параметрами.

Во второй постановке технико-экономическая модель имеет следующий вид: максимизация социально-экономического эффекта, получаемого от реализации природоохранных мероприятий

$$F = \sum_{j=1}^n U_j X_j + U_3 X_3 \rightarrow \max, \quad (6)$$

где U_j – величина достигаемого эффекта на единицу j -го мероприятия; X_j – искомая величина параметра; U_3 – эффект, достигаемый от сокращения резервно-технологической полосы на 1 м; X_3 – величина сокращения резервно-технологической полосы, м.

В качестве ограничений во второй постановке необходимо учитывать экономический эффект за счёт снижения ущерба населению, вызываемого воздействием загрязнителей [5,7].

Поскольку для учёта социально-экономического ущерба требуется сбор и статистическая обработка обширного материала, для практических расчётов можно использовать оптимизационные расчёты по критерию минимума затрат на природоохранные мероприятия. Эффективность природоохранных мероприятий предлагается определять на основе вычисления затрат Z для обеспечения экологической безопасности автодороги [2]

$$Z = \sum_{i=1}^n R_i + \sum_{j=1}^m R_j, \quad (7)$$

где $\sum_{i=1}^n R_i$ – сумма затрат на организационно-технические мероприятия, предусматривающие регулирование режима движения, перераспределение и оптимизацию транспортного потока, контроль за токсичностью выхлопных газов в эксплуатационном режиме автодороги, использование возможностей рациональной планировки; $\sum_{i=1}^n R_j$ – сумма затрат на организацию мероприятий по экранированию автодороги.

Компенсация стоимости занимаемых земель природоохранными сооружениями и эксплуатационные затраты на их содержание можно определить по формуле

$$\sum_{j=1}^m R_j = \sum_{j=1}^m (S_1 + S_2 + S_3), \quad (8)$$

где S_j – затраты на возведение защитных сооружений на рассматриваемом участке дорог, р.; S_2 – стоимость занимаемых земель, р.; S_3 – затраты на содержание сооружений, р.

При вариантном сравнении предлагаемая методика позволяет обеспечить требуемый уровень экологической безопасности в зоне влияния дорог с наименьшими затратами.

Вывод. Минимизация затрат на реализацию проекта природоохранных мероприятий и на постоянный отвод земель для резервно-технологической полосы достигается при использовании оптимизационной технико-экономической модели.

Список литературы

1. Информационные технологии для решения задач управления в условиях рационального лесопользования [Текст]: монография / А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова, Т. В. Скворцова, А. И. Вакулин, В. Н. Логачев. – Воронеж, 2011. – 127 с. – Деп. в ВИНТИ 26.09.2011, № 420-2011.
2. Курьянов В. К. Автоматизированный расчёт уровня загрязнения окружающей среды объектами автомобильного транспортного комплекса [Текст] / В. К. Курьянов, Е. В. Кондрашова, Т.В. Скворцова, А.В. Скрыпников А.В. – Воронеж: Воронеж.гос.лесотехн.акад.; Деп. в ВИНТИ, № 570-В 2003, 28.03.03 г.
3. Методы, модели и алгоритмы повышения транспортно-эксплуатационных качеств лесных автомобильных дорог в процессе проектирования, строительства и эксплуатации [Текст]: монография / А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова, Т. В. Скворцова, А. И. Вакулин, В. Н.

Логачев.– Москва: Изд-во ФЛИНТА: Наука, 2012. – 310 с.

4. Повышение безопасности движения автомобилей и автопоездов по дорогам в районах лесозаготовок [Текст]: монография / А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова, Т. В. Скворцова, В. Ю. Губарев, А. Б. Киреев. – Воронеж, 2012. – 109 с. – Деп. в ВИНТИ 22.11.11, № 507В2011.

5. Подольский В. П. Охрана окружающей среды при строительстве и ремонте автомобильных дорог. Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т.VIII / В. П. Подольский, В. Г. Артюхов, И. Е. Евгеньев, О. В. Рябова [и др.]; под ред. д-ра техн. наук проф. В. П. Подольского. Руководитель проекта Д. Г. Мепуришвили. – М.: ФГУП «Информавтодор», 2008. – 503 с.

6. Рекомендации по учёту требований по охране окружающей среды при проектировании автодорог и мостовых переходов. – М.: ГипроДорНИИ, 1995. – 124 с.

7. Рябова О. В. Совершенствование транспортно-экологических качеств автомобильных дорог [Текст]: монография / О. В. Рябова, А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2005. – 280 с.

8. Скрыпников А. В. Алгоритм поиска оптимального транспортного плана с оптимизацией вывозки лесопродукции [Текст] / А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова, Т. В. Скворцова // Вестник КрасГАУ. Красноярск. – 2011. – № 9. – С. 34-41.

9. Скрыпников А. В. Оптимизация межремонтных сроков лесовозных автомобильных дорог [Текст] / А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова, Т. В. Скворцова // Фундаментальные исследования. – М., 2011. – № 8 (ч.3). – С. 667-671.

Рецензенты:

Подольский Владислав Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительства и эксплуатации автомобильных дорог ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет», г. Воронеж.

Устинов Юрий Фёдорович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры инженерной механики и строительной техники ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет», г. Воронеж.