

границы соответствующих множеств достижимости. Пересечение множеств Парето кривых A_1B_1 и A_2B_2 дает общую точку M . Она определяет собой оптимальное значение W_2^* . Вкупе с условием $W_1 = W_3$ отыскиваются другие необходимые значения параметров данной задачи.

Условием успешного применения данного приема состоит в том, чтобы каждая пара критериев должна быть независимой по предпочтению от оставшегося критерия [4]. Это означает, что каково бы не было значение оставшегося критерия, соотношения «полезности» двух других не изменяется.

Выводы

1. Многокритериальный выбор при решении технических задач позволяет учесть противоречивые требования, возникающие при их решении. Среди методов многокритериальной оптимизации важнейшую роль играет принцип Парето. Его применение является первым этапом при принятии многокритериальных инженерных решений. Вторым этапом является отыскание подходов, способствующих сужению множества Парето.

2. Рассмотрен частный случай применения принципа Парето в технических задачах при трех критериях оптимальности. Показано, что при определенных условиях возможно рассматривать пересечение построенных попарно множеств Парето как единственную оптимальную точку. Данный подход продемонстрирован на двух примерах. В первом из них успешно решена тестовая задача.

Библиографический список

1. Лотов А.В., Поспелова И.И. Многокритериальные задачи принятия решений: учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.
2. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. – М.: Физматлит, 2004. – 176 с.
3. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
4. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.



УДК 629.463

С.В. Щитов,
З.Ф. Кривуца

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТАХ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Ключевые слова: технология, транспорт, затраты энергии, эффективность, сельскохозяйственные культуры, расход топлива, транспортная работа, скорость движения, исследование.

Введение

Важным направлением хозяйственной деятельности Амурской области является производство сельскохозяйственной продукции. При возделывании даже одинаковых сельскохозяйственных культур существуют различные технологии, которые наиболее приемлемы для каждого конкретного хо-

зяйства. **Задача оптимизации** заключается в том, чтобы найти такое транспортно-технологическое обеспечение, которое позволило бы получить продукцию с наименьшими энергозатратами. Решение вышеуказанной задачи позволит найти оптимальное транспортно-технологическое обеспечение АПК.

Метод исследования

Аналитическое описание вышеуказанной задачи определяется следующей целевой функцией:

полные энергозатраты E_n транспортных средств, включающие энергозатраты по i -тым технологическим операциям, выполняемым в различные k -е календарные периоды j -тым транспортным средством, $\frac{\text{МДж}}{\text{т}}$

$$E_n = \sum_k \sum_j \sum_i E_{ijk} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где K, J, I – соответственно, количество периодов, транспортных средств, операции.

Теоретические исследования с учетом экспериментальных данных показали, что при дифференцированной оценке транспортировки сельскохозяйственных культур наибольшее значение имеют прямые энергозатраты [1].

Согласно методике прямые энергозатраты для автомобиля определяются

$$E_{пр} = \frac{\alpha_\alpha \cdot H_\alpha \cdot L \cdot \rho}{50 \cdot Q}, \quad (2)$$

где α_α – энергетический эквивалент топлива, МДж/кг;

H_α – линейная норма расхода топлива на 100 км пробега, л;

L – длина ездки, км;

ρ – плотность топлива, кг/л;

Q – масса перевозимого груза, т.

Поэтому для снижения полных энергозатрат необходимо использовать технологии, направленные, прежде всего, на уменьшение прямых энергозатрат, которые напрямую зависят от расхода топлива при выполнении заданного объема работы. Это все возможно при движении автомобилей с оптимальной необходимой скоростью движения, которой соответствует минимальный расход топлива.

При расчете прямых энергозатрат учитывалось, что за плановое время пребывания в наряде каждое транспортное средство может выполнить только целое число ездок Z_e . Число ездок, выполняемое единицей подвижного состава равно [2]

$$Z_e = \frac{T_n}{t_e}, \quad (3)$$

где T_n – времени пребывания в наряде, ч;

t_e – время оборота (ездки), ч.

Время оборота (ездки) определяется из выражения

$$t_e = \frac{\ell_{ге}}{\beta V_1} + t_{пв}, \quad (4)$$

где V_1 – техническая скорость автомобиля, км/ч;

$\ell_{ге}$ – длина ездки с грузом, км;

β – коэффициент использования пробега;

$t_{пв}$ – среднее время погрузочно-разгрузочных работ за один оборот, ч.

Количество перевезенного груза Q время T_n будет равно

$$Q = Z_e q, \quad (5)$$

где q – грузоподъемность транспортного средства, т;

γ – коэффициент использования грузоподъемности.

Длину ездки можно представить

$$L = V_T \cdot \ell_{ге}. \quad (6)$$

Таким образом, проведя необходимые преобразования в формуле (2), прямые энергозатраты с учетом вышеизложенного будут составлять

$$E_{пр} = \frac{\alpha_\alpha \cdot H_\alpha \cdot V_T \cdot \rho \cdot (\ell_{ге} + V_T t_{пв} \beta)}{50 \cdot Z_e q \gamma V_T \beta}. \quad (7)$$

Полученная зависимость позволяет оценить влияние скорости движения на прямые энергозатраты транспортного средства.

С повышением скорости движения всегда возрастают затраты, связанные с расходом топлива. Исследования, проведенные авторами [2, 3], показали, что при перевозке сельскохозяйственных грузов следует исходить из следующего положения: на каждом конкретном маршруте автомобили должны двигаться с экономически обоснованной скоростью, необходимой для выполнения транспортного процесса. Поэтому задача определения оптимального расхода топлива решается в установлении минимальной необходимой скорости движения для выполнения заданного объема перевозок.

При перевозке сельскохозяйственных грузов для каждой модели автомобиля установлены линейные нормы расхода топлива. Они состоят из основной нормы, определяющей расходы топлива на пробег, и дополнительной, учитывающей расход топлива на выполнение операций по погрузке и разгрузке груза. Эти нормы дифференцируются в зависимости от условий работы подвижного состава.

Линейная норма расхода топлива автомобиля определяется на основании усредненных статистических данных, работающего в разных дорожных и эксплуатационных условиях. Поэтому, если применять ее к автомобилю, работающему в конкретных условиях эксплуатации, то не в полной мере будет учитываться влияние всех условий, в которых выполнялись перевозки [3].

Поэтому аналитические зависимости использовать для расчета или уточнения линейной нормы расхода топлива на пробег невозможно, так как в процессе работы автомобиля непрерывно меняются условия движения: тип и состояние дорожного покрытия, величина и направление уклонов, сила и направление ветра. Изменение условий приводит к изменению скорости движе-

ния. Согласно исследованиям, скорость движения автомобиля изменяется по весьма сложным зависимостям, аналитическое определение которых на весь маршрут не представляется возможным [4].

Для определения прямых энергозатрат при различных скоростях движения были проведены экспериментальные исследования на примере работы автомобилей КамАЗ-5510 с полуприцепом ОдАЗ-9370 при выполнении перевозок сельскохозяйственных грузов на расстояние 60 км и времени пребывания автомобиля в наряде 8 ч при следующих условиях: $\beta = 0,5$; $t_{пр} = 0,5$ ч; $q = 20$ т; $\gamma = 1$.

Маршрутный расхода топлива определялся по зависимости $H_a = f(V_T)$, установленной на режимах движения от 40 до 90 км/ч для выбранного участка трассы.

Зависимость расхода топлива от среднетехнической скорости движения, учитывающая разнородность и сложность дорожных условий для выбранного маршрута, имеет вид [5]

$$H_a = 57,75 - 1.45 V_T + 0.0214 V_T^2. \quad (8)$$

Для решения практической задачи по определению оптимальной скорости движения на заданном участке дороги удобно пользоваться номограммой (рис.).

Результаты исследования

Представленная номограмма показывает, что фактическая закономерность изменения прямых энергозатрат по транспортировке грузов описывается разрывной линейной функцией в соответствии с дискретностью транспортного процесса.

Так, в диапазоне скоростей от 30 до 55 км/ч автомобиль выполнит только две ездки, при этом расход топлива на 100 км составит от 30 до 35,25 л, а прямые энергозатраты возрастут от 17,02 $\frac{МДж}{т}$ до 21,8 $\frac{МДж}{т}$ соответственно. На данном интервале приращения скоростей оптимальной будет являться среднетехническая скорость движения 30 км/ч. Дальнейшее увеличение скорости движения до 55 км/ч приведет не к увеличению числа ездки, а к росту энергозатрат.

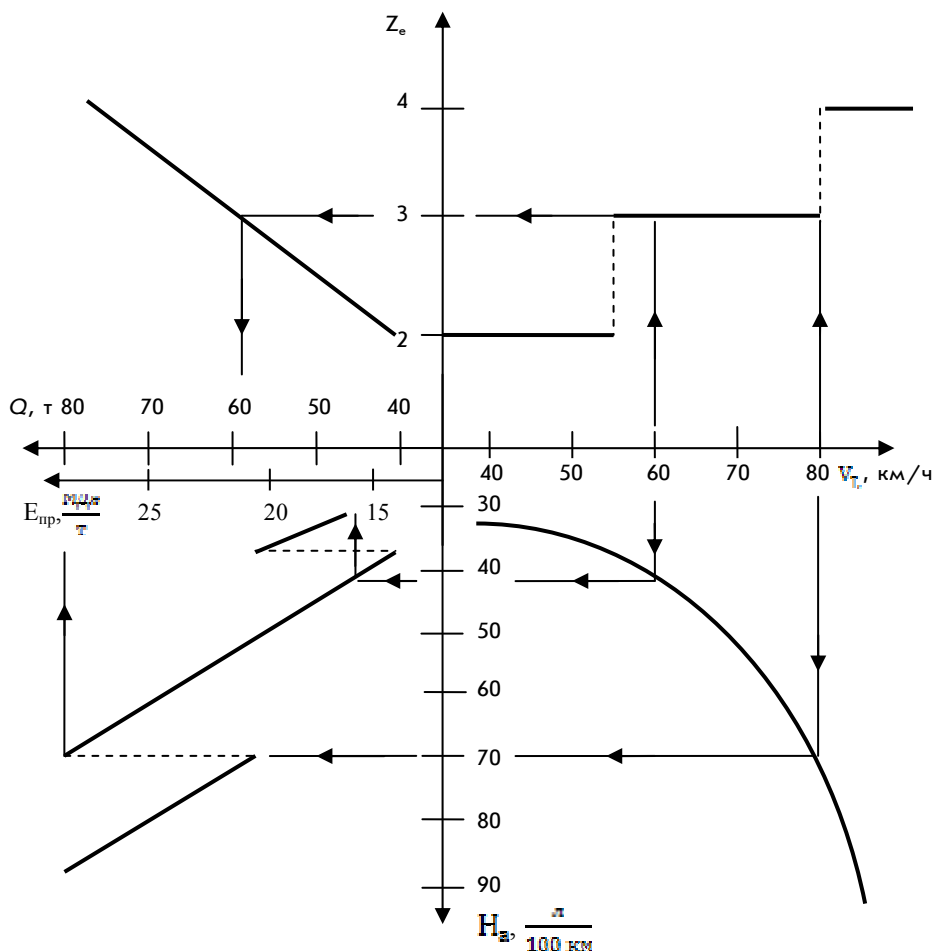


Рис. Номограмма для определения прямых энергозатрат в зависимости от скорости движения

При скорости движения от 55 км/ч до 80 км/ч автомобиль выполнит уже три ездки, расход топлива составит от 38,5 до 69,75 л на 100 км, прямые энергозатраты – соответственно, от 14,5 $\frac{\text{МДж}}{\text{т}}$ до 28,5 $\frac{\text{МДж}}{\text{т}}$.

На данном интервале скоростей оптимальной среднетехническая скорость движения будет являться скоростью 60 км/ч.

При увеличении скорости движения от 80 км/ч и выше автомобиль совершает 4 ездки. Расход топлива и прямые энергозатраты на выбранном интервале скоростей возрастают. Так, при скорости движения 90 км/ч расход топлива возрастает на 107%, прямые энергозатраты – на 68% по сравнению со скоростью движения 60 км/ч.

Результаты и их обсуждение

Таким образом, расчеты показали, что на выбранном маршруте оптимальной скоростью движения с наименьшими энергозатратами является среднетехническая скорость 60 км/ч.

Выявленные закономерности соответствуют реальным транспортным процессам. Использование их при планировании дает возможность получить строго обоснованный план работы транспортных средств, что по-

зволит наиболее точно определить пути снижения энергетических затраты.

Библиографический список

1. Никифоров А.Н., Токарев В.А., Борзенков В.А. и др. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве / под ред. А.Н. Никифорова. – М.: ВИМ, 1995. – 96 с.
2. Николин В.И. Автотранспортный процесс и оптимизация его элементов. – М.: Транспорт, 1990. – 192 с.
3. Николин, В.И., Шевченко В.Н. Обоснование маршрутного расхода топлива // Опыт экономического расходования топливно-энергетических ресурсов и рационального использования подвижного состава на автомобильном транспорте республики: тез. докл. респ. семинара-совещ. – Ташкент, 1983. – 108 с.
4. Гришкевич А.И. Автомобили: теория. – Минск: Высшая школа, 1986. – 208 с.
5. Николин В.И. Исследование расхода топлива на международных перевозках / СИБАДИ. Омск, 1985. 9 с. Деп. В ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР 12.04.85. № 319ат-Д85.



УДК 621.81; 631.3; 623.438.3

**Д.А. Цуркан,
А.Н. Леонтьев,
А.В. Ишков**

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ И СПЕЦИАЛЬНЫХ МАШИН

Ключевые слова: долговечность, надежность, легирование, гусеничный движитель, гусеничные траки, сельхозмашины, специальная (военная) техника.

Введение

Гусеничные движители (ГД) традиционно находят широкое применение в конструкции ходовой части сельскохозяйственной техники