

2000-123  
КЫРГЫЗСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. И. РАЗЗАКОВА

Специализированный совет К 05.99.91

На правах рукописи

АКУНОВ БАКЫТБЕК УБАЙДИЛЛАЕВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ И НОРМИРОВАНИЕ  
ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РАСХОДА  
ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ  
РЕГИОНАХ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

05.22.10 — ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО  
ТРАНСПОРТА

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

БИШКЕК 2000

Работа выполнена на кафедре «Автомобильный транспорт» Кыргызского технического университета имени И. Раззакова.

Научный руководитель — кандидат технических наук, профессор БЕКЕТАЕВ О. Б.

Официальные оппоненты — доктор технических наук, профессор ХОДЖАЕВ Б. А.  
— кандидат технических наук, доцент ТОРОБЕКОВ Б. Т.

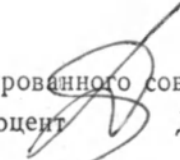
Ведущая организация — Кыргызская аграрная академия

Защита состоится « 22 » сентября 2000 года в 14 часов на заседании специализированного Совета К. 05.99.91 НАК Кыргызской Республики при Кыргызском техническом университете по адресу: 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Мира, 66.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кыргызского технического университета.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с подписью, заверенные гербовой печатью организации, просим направлять в адрес специализированного Совета: 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Мира, 66.

Автореферат разослан « 25 » июля 2000 года.

Ученый секретарь Специализированного совета,  
кандидат технических наук, доцент  ДАВЛЯТОВ У. Р.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Как отметил Президент Кыргызской Республики А.А.Акаев на заседании Совета безопасности Кыргызской Республики от 29 июля 1997 года: "Есть три самых главных аспекта безопасности любой страны. Сегодня, в преддверии XXI века, это экологическая, экономическая и социально-политическая безопасность ...". Исходя из этого можно утверждать, что топливно-энергетические ресурсы являются составной частью второго – экономического аспекта вышесказанной цитаты. Поэтому в настоящее время в условиях перехода к рыночной экономике, а также возрастающей роли автомобильного транспорта в народном хозяйстве республики важное значение приобретают вопросы экономии топливно-энергетических ресурсов и их рационального использования.

Топливо является важнейшим эксплуатационным материалом, который потребляется автомобильным транспортом в большом количестве. Стоимость топлива составляет 20-25 % всех затрат на перевозки. Все это делает необходимым использовать топливо с максимальной эффективностью, не допуская неоправданных его затрат и потерь.

Однако слабо развитая топливно-энергетическая база нашей республики не может бесперебойно обеспечивать автомобильный транспорт топливом. В основном, топливо нефтяного происхождения поставляется из соседних республик, и с каждым годом его поставка удорожается и цены повышаются. В этих условиях для решения проблемы бесперебойного обеспечения автомобильного транспорта топливом приобретают актуальность исследования, направленные на сокращение расхода нефтяного топлива путем совершенствования нормирования и учета его расхода, повышение качества применяемых топлив, а также разработку технических средств, обеспечивающих контроль расхода топлива и его экономию при эксплуатации автомобиля.

Одним из перспективных путей решения данной проблемы является разработка и внедрение в производство технически и экономически обоснованных норм расхода топлива, разработка эффективных методов расчета и контроля расхода топлива в эксплуатации, обеспечивающих прогнозирование и снижение его в зависимости от воздействия различных эксплуатационных факторов.

**Цель работы.** Целью работы являются разработка принципов и обоснование методики нормирования эксплуатационного расхода топлива автотранспортных средств (АТС) с учетом воздействия различных дорожно-климатических факторов Кыргызской Республики.

Для достижения поставленной цели рассмотрены и решены следующие основные задачи:

- выявление степени влияния основных эксплуатационных факторов на расход топлива автотранспортных средств;
- принципы типизации и классификации эксплуатационных условий различных регионов Кыргызской Республики по высоте местности над уровнем моря;
- принципы типизации и классификации эксплуатационных условий по температуре окружающего воздуха;
- принцип комплексной методики учета АТС по пробегу;
- разработка методики имитационного моделирования на ЭВМ движения автомобиля для определения расхода топлива с учетом влияния вышеперечисленных эксплуатационных факторов.

**Практическую ценность** исследований составляют:

- разработанная имитационная модель для моделирования на ЭВМ движения автомобиля с целью определения расхода топлива АТС с учетом воздействия факторов реальных эксплуатационных условий Кыргызской Республики;
- предложенная методика обоснования комплексных нормативных коэффициентов корректирования норм расхода топлива АТС;
- предложенная методика обоснования комплексного учета величины надбавок по расходу топлива АТС с учетом трех основных значимых факторов эксплуатационных условий Кыргызской Республики (высота, температура, пробег автомобиля);
- разработанный принцип построения универсальной номограммы по определению величины надбавок в зависимости от комплексных эксплуатационных факторов местности.

**Реализация результатов работы.** Научные и практические результаты диссертации использованы при разработке Методических указаний по корректированию норм и нормативов расхода топлива грузовых автомобилей в зависимости от условий эксплуатации, которые внедрены в ряде автотранспортных предприятий республики, а также в учебном процессе кафедры "Автомобильный транспорт" Кыргызского технического университета им. И. Раззакова.

**Апробация работы.** Предварительно диссертационная работа была заслушана на заседании кафедры "Автомобильный транспорт" Кыргызского технического университета им. И. Раззакова (январь 1999 г., апрель 2000 г.), основные положения и результаты исследования доложены и обсуждены на Международной научной конференции "Технологии и перспективы современного инженерного образования, науки и производства".

посвященной 45-летию организации Фрунзенского политехнического института – Кыргызского технического университета им. И. Раззакова (октябрь 1999 г.).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 9 работ.

**Объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, основных выводов и приложений, изложена на 147 страницах машинописного текста, содержит также 23 таблицы, 32 иллюстраций, 4 приложения; библиография включает 143 наименований.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, изложены основные научные положения, выносимые на защиту.

**Первая глава** посвящена анализу факторов, влияющих на эксплуатационный расход топлива автомобилей, рассмотрены различные аналитические методы определения эксплуатационного расхода топлива автомобилей в различных условиях, а также система нормирования расхода топлива, действующая в настоящее время на автомобильном транспорте.

Различным аспектам проблемы экономии топлива на автомобильном транспорте посвящены труды Е.А. Чудакова, Д.П. Великанова, Л.А. Афанасьева, Б.С. Фалькевича, Н.Я. Яковлева, Д.А. Рубец, Ю.В. Храмова, А.Ф. Нефедова, Л.В. Клименко, Г.В. Зимелева, В.А. Иларионова, О.А. Новикова, В.Н. Уварова, Я.Е. Фаробина, Т.Г. Назаришвили, В.И. Конорова, Э. С. Нусупова, М.В. Муталибова, В.А. Аكوпова и др. Вопросы разработки и совершенствования методов нормирования расхода топлива автомобилей рассматривались в работах А.М. Шейнина, М.И. Борисова, Н.Я. Говорущенко, А.А. Токарева, Л.Г. Резника и др.

При анализе работ по исследованию топливной экономичности автотранспортных средств вышеприведенных ученых, а также системы нормирования расхода топлива на автомобильном транспорте выявлены существенные недостатки действующей в настоящее время на автотранспортных предприятиях системы нормирования расхода топлива, снижающие точность нормирования эксплуатационного расхода топлива автомобилей:

- отсутствие объективной оценки условий эксплуатации автомобилей, что приводит к невозможности назначения точных надбавок (снижений) к основным нормам расхода топлива;

- независимо от марки, модели и типа подвижного состава автотранспортных средств назначены одинаковые надбавки к нормам расход

топлива без учета уровня приспособленности и эксплуатационной надежности автомобилей разных марок и моделей к изменению условий эксплуатации;

- при установлении норм расхода топлива не учитывается "возраст" - пробег автомобиля с начала эксплуатации.

На основании проведенного анализа определены основные задачи исследования:

1. Выявление степени влияния основных эксплуатационных факторов на расход топлива автомобилей.

2. Разработка имитационной модели движения автомобиля, и на основе этой модели путем проведения моделирования на ЭВМ движения автомобиля установление закономерностей изменения расхода топлива в зависимости от условий эксплуатации и пробега с начала эксплуатации.

3. Проведение экспериментальных исследований для проверки адекватности и достоверности разработанной имитационной модели движения автомобиля и закономерности изменения расхода топлива в зависимости от условий эксплуатации и пробега.

4. Разработка принципов типизации и классификации условий эксплуатации автомобилей в различных регионах Кыргызской Республики по высоте местности над уровнем моря и по температуре окружающего воздуха.

5. Обоснование и разработка комплексных нормативных коэффициентов для корректирования норм расхода топлива автомобилей и установление величины надбавок по расходу топлива с учетом трех основных значимых факторов эксплуатационных условий Кыргызской Республики (высота, температура, пробег автомобиля).

6. Разработка методических указаний для корректирования норм расхода топлива грузовых автомобилей, эксплуатируемых на автомобильных дорогах Кыргызской Республики, в зависимости от условий эксплуатации и пробега с помощью комплексных нормативных коэффициентов.

Вторая глава посвящена аналитическим исследованиям, в ней разработана имитационная модель движения автомобиля. В качестве имитационной модели движения автомобиля принято уравнение для определения средней скорости движения в различных условиях.

Автомобиль движется в результате действия на него сил и моментов, которые можно разделить на силы и моменты, движущие автомобиль, и силы и моменты, оказывающие сопротивление движению. Для анализа этих сил и моментов на любых участках дороги используют уравнение мощностного баланса автомобиля, которое позволяет судить о затратах

мощности, необходимой для преодоления всех сопротивлений при движении автомобиля:

$$N_e = (N_f + N_w + N_a + N_j) / \eta_{mp}, \quad (1)$$

где  $N_e$  - эффективная мощность двигателя, кВт;  $N_f$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению колес, кВт;  $N_w$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха, кВт;  $N_a$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления подъему, кВт;  $N_j$  - мощность, затрачиваемая на преодоление инерции, кВт;  $\eta_{mp}$  - КПД трансмиссии.

В развернутом виде уравнение мощностного баланса при работе автомобиля на неустановившемся режиме можно записать в виде:

$$N_e = \frac{1}{3,6 \cdot 10^3 \cdot \eta_{mp}} \left( G \cdot \psi \cdot V_a + 0,077 \cdot K \cdot F \cdot V_a^3 + G \cdot j_a \cdot V_a \cdot \frac{\delta}{g} \right), \text{ кВт}, \quad (2)$$

где  $G$  - вес автомобиля, Н;  $\psi$  - суммарное сопротивление дороги;  $V_a$  - скорость движения автомобиля, км/ч;  $K$  - коэффициент обтекаемости,  $\text{H} \cdot \text{c}^2 \cdot \text{m}^{-4}$ ;  $F$  - лобовая площадь автомобиля,  $\text{m}^2$ ;  $j_a$  - ускорение (замедление) движущего автомобиля,  $\text{m}/\text{c}^2$ ;  $\delta$  - коэффициент учета инерции вращающихся масс автомобиля;  $g$  - ускорение свободного падения,  $\text{m}/\text{c}^2$ .

При установившемся режиме работы автомобиля последнее слагаемое в скобках уравнения (2)  $G \cdot j_a \cdot V_a \cdot \delta / g = 0$ , так как автомобиль движется с постоянной скоростью. Тогда уравнение мощностного баланса имеет вид

$$N_e = \frac{G \cdot \psi \cdot V_a + 0,077 \cdot K \cdot F \cdot V_a^3}{3,6 \cdot 10^3 \cdot \eta_{mp}}, \text{ кВт}. \quad (3)$$

Величину эффективной мощности, равную затратам мощности, необходимой для преодоления всех сопротивлений при движении автомобиля, можно определить по общеизвестной формуле внешней скоростной характеристики двигателя:

$$N_e = N_{\max} \cdot \left[ a_0 \cdot \frac{n_e}{n_N} + b_0 \cdot \left( \frac{n_e}{n_N} \right)^2 - c_0 \cdot \left( \frac{n_e}{n_N} \right)^3 \right], \text{ кВт}, \quad (4)$$

где  $N_{\max}$  - максимальная мощность двигателя, кВт;  $n_e$  - текущая частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин;  $n_N$  - частота вращения коленчатого вала двигателя при максимальной мощности, об/мин;  $a_0, b_0, c_0$  -

коэффициенты, зависящие от типа двигателя и особенностей его конструкции.

Если приравнять уравнения (3) и (4), то получим:

$$\frac{G \cdot \psi \cdot V_a + 0,077 \cdot K \cdot F \cdot V_a^3}{3,6 \cdot 10^3 \cdot \eta_{mp}} = N_{max} \cdot \left[ a_0 \frac{n_e}{n_N} + b_0 \cdot \left( \frac{n_e}{n_N} \right)^2 - c_0 \cdot \left( \frac{n_e}{n_N} \right)^3 \right]$$

Частота вращения коленчатого вала двигателя  $n_e$  (об/мин), через скорость движения автомобиля, определяется по формуле

$$n_e = \frac{2,65 \cdot i_0 \cdot i_k \cdot V_a}{r_k} \quad (5)$$

где  $i_0$  - передаточное число главной передачи;  $i_k$  - передаточное число коробки передач;  $r_k$  - радиус качения колеса, м.

При определении радиуса качения колеса для практических расчетов можно пользоваться такими формулами:

для диагональных шин

$$r_k = 0,51 \cdot d_w + 0,91 \cdot B_w, \quad (6)$$

для радиальных шин

$$r_k = 0,52 \cdot d_w + 0,93 \cdot B_w, \quad (7)$$

где  $d_w$  - диаметр обода, м;  $B_w$  - ширина (высота) профиля, м.

Если значение  $n_e$  подставить в формулу (4), то получим:

$$G \cdot \psi \cdot V_a + 0,077 \cdot K \cdot F \cdot V_a^3 = \frac{2,65 \cdot 3,6 \cdot 10^3 \cdot N_{max} \cdot \eta_{mp} \cdot i_0 \cdot i_k \cdot a_0}{r_k \cdot n_N} \cdot V_a + \frac{2,65^2 \cdot 3,6 \cdot 10^3 \cdot N_{max} \cdot \eta_{mp} \cdot i_0^2 \cdot i_k^2 \cdot b_0}{r_k^2 \cdot n_N^2} \cdot V_a^2 - \frac{2,65^3 \cdot 3,6 \cdot 10^3 \cdot N_{max} \cdot \eta_{mp} \cdot i_0^3 \cdot i_k^3 \cdot c_0}{r_k^3 \cdot n_N^3} \cdot V_a^3$$

Дифференцируя левые и правые части уравнения относительно  $V_a$ , получим:

$$0,231 \cdot K \cdot F \cdot V_a^2 + G \cdot \psi = \frac{9540 \cdot N_{max} \cdot \eta_{mp} \cdot i_0 \cdot a_0}{r_k \cdot n_N} \cdot i_k + \frac{50562 \cdot N_{max} \cdot \eta_{mp} \cdot i_0^2 \cdot b_0}{r_k^2 \cdot n_N^2} \cdot i_k^2 \cdot V_a - \frac{200983,95 \cdot N_{max} \cdot \eta_{mp} \cdot i_0^3 \cdot c_0}{r_k^3 \cdot n_N^3} \cdot i_k^3 \cdot V_a^2$$

После введения обозначений

$$D_0 = \frac{9540 \cdot N_{max} \cdot \eta_{mp} \cdot i_0 \cdot a_0}{r_k \cdot n_N}; \quad D_1 = \frac{50562 \cdot N_{max} \cdot \eta_{mp} \cdot i_0^2 \cdot b_0}{r_k^2 \cdot n_N^2};$$

$$D_2 = \frac{200983,95 \cdot N_{max} \cdot \eta_{mp} \cdot i_0^3 \cdot c_0}{r_k^3 \cdot n_N^3} \quad \text{уравнение примет вид:}$$

$$0,231 \cdot K \cdot F \cdot V_a^2 + G \cdot \psi = -D_2 \cdot i_k^3 \cdot V_a^2 + D_1 \cdot i_k^2 \cdot V_a + D_0 \cdot i_k$$

В окончательном виде получим квадратное уравнение:

$$(0,231 \cdot K \cdot F + D_2 \cdot i_k^3) \cdot V_a^2 - D_1 \cdot i_k^2 \cdot V_a + G \cdot \psi - D_0 \cdot i_k = 0, \quad (8)$$

решением которого является

$$V_a = \frac{D_1 \cdot i_k^2 \pm \sqrt{(D_1 \cdot i_k^2)^2 - 4 \cdot (0,231 \cdot K \cdot F + D_2 \cdot i_k^3) \cdot (G \cdot \psi - D_0 \cdot i_k)}}{2 \cdot (0,231 \cdot K \cdot F + D_2 \cdot i_k^3)} \quad (9)$$

Уравнение (8) имеет два действительных корня. Полученную формулу (9) - формулу корней квадратного уравнения можно принять в качестве имитационной модели при моделировании на ЭВМ движения автомобиля. При определении скорости движения перед корнем берется знак плюс.

Дорога любой протяженности состоит из отдельных участков, которые характеризуются длиной  $l_j$  и суммарным сопротивлением  $\psi_j$ . На каждом участке автомобиль развивает определенную скорость  $V_{aj}$  и движется на конкретной передаче  $i_{kj}$ .

Среднее значение суммарного сопротивления дороги является обобщающим показателем дорожных условий. Зная длину каждого участка дороги и суммарное сопротивление движению на этом участке, можно определить средневзвешенное значение  $\psi_{cp}$  по формуле

$$\psi_{cp} = \frac{\sum_{j=1}^n \psi_j \cdot l_j}{\sum_{j=1}^n l_j}, \quad (10)$$

где  $\psi_j$  - суммарное сопротивление движению  $j$ -го участка дороги;  $l_j$  - длина  $j$ -го участка, км (м).

Пользуясь данными технического паспорта дороги и формулой (10), можно вычислить средневзвешенное значение  $\psi_{cp}$  для любого участка дорог.

Среднее значение  $i_k$  можно определить, используя формулу тягового баланса

$$P_k = G \cdot \psi_{cp} + 0,077 \cdot K \cdot F \cdot V_a^2 = M_k \cdot i_0 \cdot i_k \cdot \eta_{mp} / r_k, \text{ Н.} \quad (11)$$

Отсюда

По результатам имитации на ЭВМ движения автомобиля исследованы и установлены закономерности изменения средней скорости движения автомобиля и его расхода топлива при изменении условий эксплуатации, а также в зависимости от "возраста" – пробега с начала эксплуатации.

Третья глава содержит экспериментальные исследования расхода топлива автомобилями. Целью экспериментальных исследований явилось практическое подтверждение теоретических закономерностей формирования эксплуатационного расхода топлива и средней скорости движения при эксплуатации автомобиля на различных маршрутах в условиях Кыргызской Республики путем проведения эксплуатационных и стендовых испытаний.

При экспериментальных исследованиях были решены следующие задачи.

1. Проведены эксплуатационные испытания автомобилей:
  - для проверки адекватности разработанной имитационной модели (15) и полученных результатов средней скорости движения автомобиля;
  - для проверки теоретических результатов расхода топлива, полученных на основе имитации на ЭВМ движения автомобиля.
2. Проведены стендовые испытания двигателей:
  - для построения и анализа скоростных и нагрузочных характеристик двигателя;
  - для построения регрессионной модели расчета расхода топлива.
3. Сопоставлены результаты теоретических и экспериментальных исследований.

Эксплуатационные испытания проводились в два этапа на равнинных, предперевальных и перевальных участках высокогорных автодорог Бишкек–Ош и Бишкек–Балыкчы–Нарын, для которых характерны различные ширины проезжей части дороги, элементы профиля и плана, состояния дорожного покрытия и рельефа местности. В качестве объекта испытания был выбран автомобиль КамАЗ-5320. На первом этапе изучались маршруты и наиболее характерные их участки для проведения эксперимента. Второй этап проводился на контрольных участках выбранных маршрутов в соответствии с первым этапом, где производились испытания автомобиля без груза и с грузом, определялись расход топлива, время и скорости движения на соответствующих передачах. Замеры расхода топлива при эксплуатационных испытаниях автомобиля осуществлялись с помощью комплексного прибора – режимомера СИН-403, в котором имеется датчик расхода топлива объемного типа.

Стендовые испытания проводились на двигателе КамАЗ-740, где на стенде воспроизводились температурный, скоростной и нагрузочный ре-

жимы двигателя, соответствующие его работе на автомобиле. Замеры расхода топлива осуществлялись с помощью расходомера весового типа.

Произведена сравнительная оценка расчетных данных расхода топлива, полученных по разработанной методике расчета расхода топлива по модели движения с результатами эксперимента для автодороги Бишкек – Балыкчы–Нарын при движении автомобиля КамАЗ-5320 с грузом и без груза. Установлено, что максимальное расхождение результатов расчета от экспериментальных данных не превышает 4,3% для автомобиля без груза и 4,2% для автомобиля с грузом.

Для исследования и оценки топливно-экономической характеристики двигателя КамАЗ-740 разработаны уравнения регрессии. Сравнительный анализ показал, что уравнения дают достаточно близкие результаты, совпадающие с паспортной топливно-экономической характеристикой двигателя.

Четвертая глава посвящена анализу условий эксплуатации автомобилей в Кыргызской Республике, разработке принципов классификации и типизации эксплуатационных условий автомобилей для разных регионов республики по высоте местности над уровнем моря и по температуре окружающего воздуха.

Значительное влияние на эффективность работы автомобилей оказывают продольный профиль дорог и их расположение над уровнем моря, что в конечном итоге определяется рельефом местности.

Условия эксплуатации автомобилей в Кыргызской Республике по высоте расположения местности над уровнем моря нами разделены на группы, параметры которых приведены в табл. 1.

Таблица 1  
Классификация условий эксплуатации автомобилей в зависимости от высоты местности над уровнем моря

Условные обозначения	Название группы	Пределы изменения параметров		Пределы изменения скоростей движения, км/ч
		высота над уровнем моря, м	продольный уклон, %	
$h_1$	равнинный	до 1000	0 ... 5	65 ... 53
$h_2$	предгорный	1001 – 2000	0 ... 10	56 ... 41
$h_3$	горный	2001 – 3000	0 ... 15	48 ... 29
$h_4$	высокогорный	3001 – 4000 и более	0 ... 15 и более	39 ... 20 и менее

Кроме основных параметров рельефа местности в качестве основного классификационного признака (критерия), позволяющего количественно и качественно оценивать дорожные условия работы подвижного состава, принята средняя скорость движения грузовых автомобилей, определяемая по формуле (15).

В зависимости от продольного профиля участки автомобильных дорог разделены на следующие группы: неперевальные (НП); предперевальные (ПП); перевальные (П).

На основании многолетних статистических данных среднемесячной температуры и годовой относительной влажности окружающего воздуха определены климатические зоны отдельных территориальных единиц по республике (табл. 2).

Разработаны и предложены методика обоснования комплексных нормативных коэффициентов корректирования норм расхода топлива автомобилей, методика комплексного учета величины надбавки по расходу топлива с учетом трех основных значимых факторов эксплуатационных условий Кыргызской Республики (высота, температура, пробег автомобиля).

Таблица 2  
Классификация основных параметров климатических зон, характерных для условий Кыргызской Республики

№ п/п	Климатические зоны		Среднемесячная температура воздуха		Годовая относительная влажность, %
	Название	Представительный пункт	январь	июль	
1	2	3	4	5	6
1.	Холодный	Сусамыр	- 30 ... -15	+ 2 ... +25	72
		Нарын			61
		(Тянь-Шань)			
		Ат-Баши			69
		Казарман			69
		Чаек			72
Сары-Таш	66				

Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	
2.	Умеренный		- 15 ... + 4	+ 8 ... +25		
		умеренный			Бишкек	
	теплый	Токмак, Кант				63
		Балыкчы				55
		Покровка				60
		Кочкорка				58
		Талас				61
		Чаткал				61
		Токтогул				64
	умеренный влажный	Новороссийка				67
Каракол					66	
Чолпон-Ата					68	
Кировское					68	
3.	Жаркий		- 3 ... + 4	+ 25...+35		
		жаркий			Ош, Араван	
	жаркий сухой	Узген				59
		Караван				60
		Джалал-Абад				52
Нокен				58		

Исследование условий эксплуатации автомобилей в Кыргызской Республике выявило комплексное влияние высотных, дорожных, природно-климатических факторов и изменения эксплуатационной надежности (пробега с начала эксплуатации) автомобиля на его технико-экономические показатели, в частности на расход топлива. Расход топлива может служить количественным показателем, который входит в математические модели, описывающие закономерности влияния условий эксплуатации и пробега автомобиля на его эффективность.

Модели зависимости расхода топлива от высоты  $h$  над уровнем моря и пробега  $L$  автомобиля с начала эксплуатации являются линейными, так как высота над уровнем моря и пробег относятся к факторам типа  $(0, +\infty)$  и зависимости  $Q$  от  $L$  и  $h$  имеют линейный вид. Температура  $t$  окружающего воздуха относится к факторам типа  $(-\infty, +\infty)$ . Зависимость  $Q$  от  $t$  имеет более или менее симметричный U – образный вид. Следовательно, модель является квадратичной.

Комплексное влияние высоты над уровнем моря, температуры окружающего воздуха и "возраста" — пробега автомобиля с начала эксплуатации на расход топлива можно описать в следующем виде:

$$Q = Q_h + Q_t + Q_L = [Q_o + S_h \cdot h] + [Q_o + S_t \cdot (t - t_o)^2] + [Q_o + S_L \cdot L], \quad (18)$$

где  $Q_h$  — расход топлива автомобиля на высоте  $h$ , м над уровнем моря, л/100 км;  $Q_t$  — расход топлива автомобиля при температуре  $t$  °C окружающего воздуха, л/100 км;  $Q_L$  — расход топлива автомобиля с пробегом  $L$  с начала эксплуатации, л/100 км;  $Q_o$  — расход топлива автомобиля в нормальных (стандартных) условиях эксплуатации, л/100 км;  $S_h, S_t$  — параметры чувствительности к изменению условий эксплуатации (высоты над уровнем моря, температуры окружающего воздуха),  $\text{м}^{-1}, \text{°C}^{-1}$ ;  $S_L$  — параметр чувствительности к ухудшению эксплуатационной надежности с увеличением пробега автомобиля с начала эксплуатации,  $\text{км}^{-1}$ ;  $t_o$  — температура окружающего воздуха при нормальных (стандартных) условиях, обычно  $\approx 20$  °C.

Комплексный коэффициент корректирования норм расхода топлива автомобилями определяется по формуле

$$K = K_h \cdot K_t \cdot K_L = [1 + C_h \cdot h] \cdot [1 + C_t \cdot (t - t_o)^2] \cdot [1 + C_L \cdot L], \quad (19)$$

где  $C_h = S_h / Q_o$ ,  $C_t = S_t / Q_o$  и  $C_L = S_L / Q_o$  — относительные параметры чувствительности,  $(\cdot 10^5 \cdot \text{л}^{-1})$ ,  $(\text{°C}^{-1} \cdot \text{л}^{-1} \cdot 100 \text{ км})$ ,  $(\cdot 10^2 \cdot \text{л}^{-1})$ .

Параметры чувствительности  $S$ ,  $C$  и коэффициент  $K$  приспособленности и "возраста" определяются маркой, моделью и пробегом автомобиля и могут несколько варьироваться в зависимости от конкретных условий.

Расчитаны дифференцированные надбавки  $\Delta_h, \Delta_t, \Delta_L$ , в процентах, к нормам расхода топлива в зависимости от высоты над уровнем моря, температуры окружающего воздуха, пробега автомобиля с начала эксплуатации и графически представлены в виде номограммы на рис. 2.

Установлены и назначены величины надбавки к нормам расхода топлива автомобилями для разных регионов Кыргызской Республики в зави-

симости от высоты над уровнем моря и среднемесячной температуры окружающего воздуха.

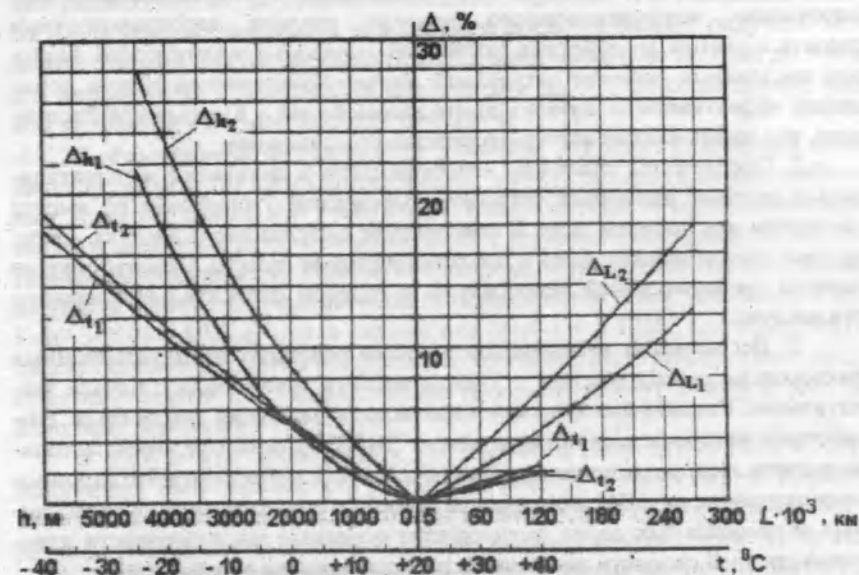


Рис. 2. Номограмма для определения величины надбавок к нормам расхода топлива автомобилями в зависимости от факторов эксплуатационных условий (высоты, температуры, пробега автомобиля с начала эксплуатации):  $\Delta_{t_1}, \Delta_{t_2}$  — надбавки к нормам расхода топлива в зависимости от температуры окружающего воздуха — 1 — ЗИЛ-130, 2 — КамАЗ-5320;  $\Delta_{h_1}, \Delta_{h_2}$  — надбавки к нормам расхода топлива в зависимости от высоты расположения местности над уровнем моря — 1 — ЗИЛ-130, 2 — КамАЗ-5320;  $\Delta_{L_1}, \Delta_{L_2}$  — надбавки к нормам расхода топлива в зависимости от пробега автомобиля с начала эксплуатации — 1 — ЗИЛ-130 (для двухосных автомобилей), 2 — КамАЗ-5320 (для трехосных автомобилей)



## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. В результате проведенного исследования по обоснованию и нормированию эксплуатационного расхода топлива автотранспортных средств с учетом воздействия различных дорожно-климатических факторов предложено решение актуальной научно-практической задачи повышения эффективности использования автомобилей в Кыргызской Республике, что имеет важное народнохозяйственное значение.

2. Предложены принципы классификация и типизации эксплуатационных условий различных регионов Кыргызской Республики по высоте местности над уровнем моря и температуре окружающего воздуха. Определены климатические зоны и представительные пункты в республике по данным среднемесячной температуры и годовой относительной влажности воздуха.

3. Исследовано комплексное влияние основных эксплуатационных факторов на расход топлива с учетом пробега автомобиля с начала эксплуатации. Разработана имитационная модель движения автомобиля. Разработаны методика воспроизведения на ЭВМ дорожных условий, методика расчета эксплуатационного расхода топлива и проведено имитационное моделирование на ЭВМ движения автомобиля по параметрам обследованных автомобильных дорог, установлены основные закономерности изменения средней скорости движения и расхода топлива автомобилей.

4. Разработана программа на языке PASCAL для ЭВМ по расчету и анализу средней скорости движения и дифференцированных норм расхода топлива, которая учитывает дорожно-климатические условия эксплуатации и "возраст" – пробег автомобиля с начала эксплуатации.

5. Проведены эксплуатационные (дорожные) испытания автомобиля и стендовые испытания двигателя согласно методикам ГОСТ, которые позволили анализировать влияние трех основных значимых факторов (высота, температура, пробег автомобиля) на расход топлива. Анализ сравнения данных теоретических и экспериментальных исследований подтверждают достоверность полученных расчетных результатов и адекватность разработанной имитационной модели движения автомобиля.

6. Разработаны комплексные нормативные коэффициенты для корректирования норм расхода топлива автотранспортных средств с учетом трех основных значимых факторов эксплуатационных условий Кыргызской Республики (высота, температура, пробег автомобиля). Установлены и назначены комплексные надбавки к нормам расхода топлива автомобилей для различных регионов Кыргызской Республики и предложена универсальная номограмма по определению величины надбавок в зависимо-

сти от комплексных эксплуатационных факторов. При применении рациональных методов эксплуатации автомобилей на маршруте использование разработанных дифференцированных надбавок, учитывающих высоту расположения местности над уровнем моря, позволяет получить экономию топлива для автомобилей с карбюраторными двигателями до 9 % и для автомобилей с дизельными двигателями до 6 % по сравнению с единой надбавкой к нормам расхода топлива на АТП.

7. Разработаны методические указания для корректирования норм расхода топлива грузовых автомобилей, эксплуатируемых на автомобильных дорогах Кыргызской Республики, в зависимости от условий эксплуатации и пробега с начала эксплуатации с помощью комплексных нормативных коэффициентов. При этом ожидаемый расчетный годовой экономический эффект в сомах на один автомобиль составит: для автомобиля КамАЗ-5320 – 8925 сом, для автомобиля ЗИЛ-130 – 12582 сом. Результаты диссертационной работы внедрены в грузовые автотранспортные предприятия г. Нарын и г. Токмак, осуществляющие междугородные и международные перевозки.

8. Результаты проведенных исследований позволят создать информационный банк данных для различных маршрутов и регионов Кыргызской Республики по количественной оценке средней скорости движения и расхода топлива автомобилей с учетом влияния комплексных эксплуатационных факторов, что позволит автотранспортным предприятиям повысить точность нормирования и надежность планирования потребности в топливе.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

1. Бекетаев О.Б., Акунов Б.У. Анализ расхода топлива в зависимости от условий эксплуатации автомобилей // Вестник Технического университета, 1997. – № 1. – С. 14-19.

2. Бекетаев О.Б., Акунов Б.У. Влияние кривых в плане дороги на среднюю техническую скорость и эксплуатационный расход топлива автомобилем // Наука и новые технологии. – 1997. – № 1. – С. 98-100.

3. Бекетаев О.Б., Язджи Адель, Акунов Б.У. Планирование эксперимента при исследовании топливной экономичности автомобиля // Вестник Технического университета, 1998. – № 3. – С. 34-37.

4. Бекетаев О.Б., Акунов Б.У. Моделирование режимов работы двигателя по частичной скоростной характеристике // Вестник Технического университета, 1998. – № 3. – С. 38-46.

5. Бекетаев О.Б., Великодный М.М., Акунов Б.У. Влияние автомобилизации на окружающую среду // Права человека и окружающая среда. – 1998. – № 10. – С. 7-11.

6. Бекетаев О.Б., Акунов Б.У., Язджи Адель. Анализ влияния высотных условий на внешнюю скоростную характеристику двигателей при работе автомобилей в высокогорных условиях // Наука и новые технологии. – 1998. – № 2. – С. 81-86.

7. Бекетаев О.Б., Акунов Б.У. Методика расчета технической скорости движения автомобилей // Вестник Технического университета, 1998. – № 4. – С. 45-50.

8. Бекетаев О.Б., Акунов Б.У. Маршрутное нормирование расхода топлива при эксплуатации автомобилей // Вестник Технического университета / Технологии и перспективы современного инженерного образования, науки и производства. Международная научная конференция, посвященная 45-летию организации ФПИ – КТУ, 1999. – С. 181-184.

9. Бекетаев О.Б., Акунов Б.У. Имитационная модель движения автомобиля // Наука и новые технологии. – 1999. – № 4. – С. 83 – 88.

#### **"Обоснование и нормирование эксплуатационного расхода топлива автомобилей в различных регионах Кыргызской Республики"**

##### **Аннотация**

В данной научной работе рассмотрены пути повышения эффективности эксплуатации автомобилей в Кыргызской Республике за счет разработки и обоснования методики нормирования эксплуатационного расхода топлива в зависимости от условий эксплуатации и пробега с начала эксплуатации. Разработаны имитационная модель движения автомобиля и комплексные нормативные коэффициенты для корректирования норм расхода топлива; предложены принципы классификации и типизации условий эксплуатации автомобилей Кыргызской Республики и методика комплексного учета величины надбавок к нормам расхода топлива автомобилей с учетом трех основных значимых факторов условий эксплуатации (высота, температура, пробег автомобиля)

#### **"Кыргыз Республикасындагы автомобилдердин күйүүчү затынын эксплуатациялык чыгымдоо ченемин иштеп чыгуу жана негиздөө"**

##### **Аннотация**

Берилген илимий иште автомобилдердин эксплуатация башталгандан кийинки абалынын жана эксплуатациялык шарттарынын таасириндеги автомобилдердин күйүүчү затынын эксплуатациялык чыгымдоо ченемин методикасын иштеп чыгуу жана негиздөө менен Кыргыз Республикасында эксплуатацияланып жаткан автомобилдердин эффективдүүлүгүн жогорлатуу маселеси каралган. Автомобилдин кыймылынын имитациялык модели жана күйүүчү затынын чыгымдоо ченемдерин коррекциялоо үчүн комплекстүү нормативдик коэффициенттери иштелип чыкты; Кыргыз Республикасындагы автомобилдердин эксплуатациялоо шарттарын классификациялоо жана типтештирүү, ошондой эле үч негизги эксплуатациялык шарттарынын факторлорун (бийиктик, температура, автомобилдин эксплуатация башталгандан кийинки абалы) эсепке алуу менен бирге автомобилдердин күйүүчү затынын чыгымдоо ченемдерине кошумчалардын чондуктарын комплекстүү эсеп кылуу методикасы сунуш кылынды.

#### **"The basic and normal using of expenses fuel of automobiles in various regions of Kyrgyz Republic"**

##### **Annotation**

This scientific work is considered the ways of increasing effective exploitation of automobiles in Kyrgyz Republic at the expense of development and basis of method normal using of expense fuel in depending on the condition of exploitation and moving from the beginning of exploitation. The imitation model of moving automobile and complex normative coefficients for correcting the norms of expenses fuel are working out. The principles of classification and typization of automobile exploitation conditions are offered in Kyrgyz Republic and the method of complex account size extra charges to the norms of expense fuel of automobiles are offered the three main factors of the exploitation conditions (they are: altitude, temperature, run of the automobile).

1998 - № 10 - С. 7-11.

6. Бектисов О.Е. Аккумуляторы. Алматы: Алматы авиационный институт, 1998.

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

Условий на експлуатационну характеристику двигателей при...

**АКУНОВ БАКЫТБЕК УБАЙДИЛЛАЕВИЧ**

**ОБОСНОВАНИЕ И НОРМИРОВАНИЕ  
ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РАСХОДА ТОПЛИВА  
АВТОМОБИЛЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

05.22.10 — Эксплуатация автомобильного транспорта

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Тех. редактор Н. Б. Садыралиева  
Компьютерная верстка Б. А. Джапарлиев

Подписано к печати 03.07.2000 г. Формат бумаги 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Печать офсетная. Объем 1,4 п.л. Тираж 100 экз. Заказ 221.  
720044, г. Бишкек, ул. Сухомлинова, 20, ИЦ «ТЕКНИК»,  
Тел.: 42-14-55