

УДК 629.119:681.518

<sup>1</sup>Болотов Эркинбай Алманбетович, <sup>2</sup>Жусупбеков Бакытбек Толобекович

<sup>1</sup>Кыргызский национальный аграрный университет

### ОБОСНОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АТС, ДЛЯ РАСЧЕТА НА КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКЕ

**Аннотация:** В данной статье рассмотрены вопросы расчета эксплуатационных показателей автотранспортных средств для расчета на компьютере. А также приведены логической последовательности основные эксплуатационные показатели автомобилей вводимых в программу. Обоснованы ряд особенностей вышеуказанных параметров АТС.

**Ключевые слова:** Автомобиль, автотранспортные средства, эксплуатационные показатели, конструктивные и эксплуатационные параметры АТС.

<sup>1</sup>Болотов Эркинбай Алманбетович, <sup>2</sup>Жусупбеков Бакытбек Толобекович

<sup>1</sup> Кыргыз улуттук агрардык университети

### КОМПЬЮТЕР ТЕХНИКАСЫНДА ЭСЕПТӨӨ ҮЧҮН АВТОУНАА КАРАЖАТТАРЫНЫН ЭКСПЛУАТАЦИЯЛЫК КӨРСӨТКҮЧТӨРҮН НЕГИЗДӨӨ

**Аннотация.** Бул макалада компьютерде эсептөө үчүн автотранспорт каражаттарынын эксплуатациялык көрсөткүчтөрүн негиздөө маселелери каралган. Ошондой эле логикалык тартипте программага кирүүчү автомобилдердин негизги эксплуатациялык көрсөткүчтөрү келтирилген. АТКнын жогоруда көрсөтүлгөн өлчөмдөрүнүн өзгөчөлүктөрү негизделген.

**Өзөктүү сөздөр.** Автоунаа, автоунаа каражаттары, эксплуатациялык көрсөткүчтөр, АУКнын конструктивдик жана эксплуатациялык өлчөмдөрү

<sup>1</sup>Bolotov Erkinbay Almanbetovich, <sup>2</sup>Jusupbekov Bakytbek Tolobekovich

<sup>1</sup>Kyrgyz National Agrarian University

### JUSTIFICATION OF THE PERFORMANCE INDICATORS OF ATS, FOR CALCULATION ON COMPUTER EQUIPMENT

**Annotation.** This article discusses the issues of calculating the performance of vehicles for calculation on a computer. As well as a logical sequence of the main performance indicators of cars entered into the program. A number of features of the above parameters of the ATS are substantiated.

**Key words.** Car, motor vehicles, performance indicators, design and operational parameters of the vehicle.

**Введение.** Во многих трудах наших ученых, которые работали в области автомобилестроения и эксплуатации АТС рассмотрены разные модели движения и функциональные зависимости между конструктивными и

эксплуатационными параметрами АТС, как сложная комплексная система. В этой системе отдельные её подсистемы и элементы оказывают взаимное влияние друг на друга и в итоге определяют целые динамические свойства автомобиля.

Сделанный нами глубокий анализ и общий обзор существующих научных работ в данной области показывает, что на практическую невозможность их применения для традиционных форм расчета, что вызывает необходимость введения различных коэффициентов, определяемых эмпирически или экспериментально и, безусловно, упрощающих картину реальных процессов, происходящих при реальном движении автомобиля. Именно поэтому возникает необходимость в создании алгоритма расчета динамики автомобиля с использованием выведенных закономерностей, приведение их в вид, удобный для расчетов на компьютере. Такой алгоритм расчета позволит определить оптимальные значения регулируемых в процессе эксплуатации и выбираемых при создании конструктивных параметров автомобиля на основе выбранных критериев оптимизации при наличии экспериментальной информации, представленной в статистической форме.

Надо особо отметить, что согласно исследованиями авторов [2,3] численному результату решения многих задач, в том числе и нашей, можно поставить в соответствие неотрицательную вещественную функцию, принимающую минимальные или максимальные значения при искомым переменных, удовлетворяющих условиям задачи, включая требования качества и оптимальности решения.

**Материалы и методы исследования.** В качестве первичного материала использованы экспериментальные исследования доцента Болотова, проводимые 2000-2003 годах в основных сельскохозяйственных перевозках в горных районах нашей республики. Где более подробно и глубоко изучены эксплуатационные и конструктивные показатели автотранспортных средств влияющие на эффективной работы автомобиля в целом. Для получения оптимальных эксплуатационных показателей автотранспортных средств для расчета на компьютерной технике и обработки экспериментальных данных были использованы методы теории вероятностей и математической статистики.

Целенаправленный поиск таких оптимальных решений переменных по минимуму или максимуму целевой функции формулируется следующим образом:

- найти оптимальные решения целевой функции, т.е. значения переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , соответствующие минимуму целевой функции  $\Phi(x_1, x_2, \dots, x_n) = \Phi(x)$  при ограничениях в виде неравенств вида  $G_j(x) \geq 0$  ( $j=1, 2, \dots, l$ ) и равенств  $H_i(x) = 0$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ). При отсутствии ограничений решение рассматриваемой задачи является безусловной оптимизацией. Если целевая функция или хотя бы одно из ограничений нелинейны относительно оптимизируемых переменных, то задачу обычно решают методами нелинейного программирования.

В пространстве оптимизируемых переменных каждой точке  $X$  с проекциями  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , на координатной оси соответствует

направленный в эту точку из начала координат вектор  $X = [x_1, x_2, \dots, x_n]$  и значение целевой функции  $\Phi(x)$ . Большинство итерационных методов нелинейного программирования основано на выборе на каждой итерации определенного направления в пространстве переменных и одномерного поиска вдоль выбранного направления значения вектора  $X$ , соответствующего ближайшему минимуму целевой функции. Многократные повторения таких итераций приводят к локальному или глобальному (наименьшему из локальных) минимуму целевой функции  $\min \Phi(x) = \Phi(x^*)$  которому соответствует искомый оптимальный вектор (оптимум)  $X^*$ .

Задание минимизации  $\Phi(x)$  обычно состоит из трех этапов: выбора начальных значений аргументов, поиска интервала нахождения оптимума и сокращения его ширины до заданного значения  $\varepsilon$  определяющего требуемую точность вычисления оптимума. Граница интервала, в котором находится оптимум, находится поиском значений функции  $\Phi(x_i)$  для ряда аргументов, начиная с начального с постоянным (равномерным) или увеличивающимся (ускоренный) шагом  $h_i = x_{i+1} - x_i$ . Поиск прекращается при увеличении очередного значения целевой функции согласно выражению:

$$\dots \Phi(x_{k-1}) > \Phi(x_k) \leq \Phi(x_{k+1}) \quad (1)$$

причем в качестве интервала, содержащего оптимум, выбирают  $[x_{k-1}; x_{k+1}]$ , т.к. меньший интервал  $[x_k; x_{k+1}]$  может не содержать точки оптимума.

Среди существующих методов оптимизации функции одной переменной удобен метод последовательного равномерного поиска, харак-

теризующийся малым числом операций на каждой итерации и обеспечивающий совмещение этапов поиска и сокращения интервала оптимума [4]. При использовании этого метода на  $p$ -той итерации последовательно вычисляют значения  $\Phi(x_i)$  с постоянным шагом  $h_p$  до выполнения условия (1) и на следующей итерации для поиска другой границы интервала оптимума принимают  $h_{p+1} = h_p/a$ , где,  $a$  - вещественный положительный делитель. Вычисления прекращаются при выполнении условия  $|h_p| \leq \varepsilon$ , где  $\varepsilon$  - наперед заданное число, определяющее требуемую точность вычисления оптимума ( $X^* \pm \varepsilon$ ).

#### Результат исследования.

Оптимизация конструктивных (прямая задача) или эксплуатационных (обратная задача) параметров осуществляется с помощью алгоритма оптимизации ( $W_{opt}$ ,  $V_{opt}$ ), который увязывает все подпрограммы в единое целое. При этом в программу вводились или исследовались значения параметров, приведенных в таблице 1.

Общая схема построения алгоритма оптимизации конструктивных и регулировочных параметров автомобиля по критерию минимума энергетических затрат из подсистем позволяет осуществить помимо общего анализа системы частные расчеты:

- расчет дорожно-климатических условий движения;
- динамический расчет тяговых и скоростных характеристик;
- вероятностный расчет средней скорости и других параметров;
- оптимизацию исследуемых параметров конструкции или режимов эксплуатации.

Таблица 1. Характеристика параметров АТС для расчетов на компьютере

№	Обозначения	Размерность	Наименование показателя автомобиля
1	$G_a$	т	полный вес автомобиля (автопоезда)
2	$q_a$	т	грузоподъемность АТС
3	$G_n$	т	полный вес прицепа
4	$q_n$	т	грузоподъемность прицепа
5	$V_{ij}$	км/ч	мгновенная скорость движения на $i$ -том интервале диапазона изменения
6	$K_D$		скорости в $j$ -тых условиях эксплуатации
7	$m$	-	условный коэффициент суммарного дорожного сопротивления движению АТС
8	$l_i$	ед	число осей автомобиля
9	$B$	м	колея автомобиля
10	$L$	м	база автомобиля
11	$K_3$	м	коэффициент эффективности АТС
12	$W$	-	производительность автомобиля (годовая)
13	$C$	ткм/г	себестоимость транспортной работы
14	$\alpha_{ТГ}$	коп/ткм	коэффициент технической готовности
15	$\gamma$	-	коэффициент использования грузоподъемн.
16	$\beta$	-	коэффициент использования пробега
17	$V$	-	рабочий объем двигателя
18	$\varepsilon$	л	степень сжатия двс
19	$K$	-	конструктивный фактор двс (0,8÷1,2)
20	$N_{max}$	-	максимальная мощность двигателя текущее
21	$N_i$	кВт	значение мощности двигателя
22	$\alpha$	-	степень открытия дроссельной заслонки (выдвижения рейки ТНВД)
23	$n_N$	с <sup>-1</sup>	угловая скорость вращения вала две при максимальной мощности двигателя
24	$n_i$	с <sup>-1</sup>	текущая угловая скорость вращения двс
25	$i_j$	-	передаточное отношение $i$ -той ступени КП
26	$i_o$	-	передаточное отношение главной передачи
27	$\eta_{TP}$	-	к. п. д. трансмиссии
28	$r_K$	м	радиус качения ведущих колес крутящий
29	$M$	кгм	момент на ведущих колесах
30	$M_{всп}$		вспомогательный крутящий момент на привод дополнительных механизмов ДВС
31	$P$	кгм	сила тяги на ведущих колесах
32	$\delta$	кг	коэффициент учета инерции вращающихся масс
33	$\sigma$		коэффициент буксования ведущих колес
34	$Q$	л/100км	линейный расход топлива
35	$g$	л/ткм	удельный расход топлива
36	$\theta$	град	угол поворота управляемых колес АТС

Особенностью использованного алгоритма расчета является независимость его составных частей и, одновременно, использование результатов предыдущих программ в качестве исходных данных для последующих. Такой принцип построения позволяет обеспечить рациональное сочетание высокой гибкости программы с ее целостностью, единой целью расчетов.

**Выводы.** Следует отметить и тот факт, что разработанная программа позволяет, по существу, оптимизировать по выбранному критерию оптимизации любой исходный параметр, как конструктивный, так и эксплуатационный. Таким образом, программа может быть использована и на стадии конструирования для оптимизации конструктивных параметров, и в процессе эксплуатации для оптимизации режимов эксплуатации и регулировочных величин.

Автономность (независимость) отдельных подпрограмм алгоритма позволяет в широких пределах менять содержание каждой из них, т.е. осуществить их развитие при обеспечении согласования с подпрограммой оптимизации. Основой этого является накопление результатов расчетов в компьютере с целью их последующего использования для сокращения потерь машинного времени. Например, таким образом можно использовать данные по результатам расчета дорожно-климатических условий движения, которые практически постоянны для одного и того же маршрута в один период времени, что характерно для массовых грузопотоков сельхозпродукции.

Еще одним характерным направлением развития алгоритма явля-

ется использование разработанных блок-схем подпрограмм в различных сочетаниях, а также добавление новых подпрограмм по расчету конструктивных элементов автомобиля или оптимального распределения грузопотоков по существующей дорожной сети в случае наличия нескольких маршрутов, соединяющих пункты назначения. Этот вопрос имеет особую значимость в случае использования разномарочного состава автомобилей и наличия разветвленной дорожной сети с дорогами разной категории сложности условий эксплуатации, протяженности и интенсивности движения транспортных потоков.

На основе этих расчетов производится "привязка" конкретной конструкции автомобиля к заданным эксплуатационным условиям, что в результате позволяет выбирать рациональные значения регулируемых в процессе эксплуатации конструктивных параметров и оптимальные нагрузочные режимы эксплуатации.

#### Список литературы:

1. Безбородова Г.Б., Галушко В.Г. Моделирование движение автомобиля. Киев, "Вища школа", 1978. – 116с.
2. Болотов Э.А. Совершенствование работы автомобильного подвижного состава при сельскохозяйственных перевозках в горных районах. Дис. ...канд. техн. наук. Бишкек, 2003. – 227с.
3. Великанов Д.П. Эксплуатационные качества автомобиля. М.: Автотрансиздат. – 399с.
4. Нусупов Э.С. Повышение эксплуатационной эффективности автотранспортных средств в горных условиях. Дис. ...докт. техн. наук. Москва, 1991. – 405с.

**Сведения об авторах:**

**1. Болотов Эркинбай Алманбетович** - КНАУ им. К.И.Скрябина. к.т.н., доцент; доцент кафедры “Организация перевозок и безопасность движения”. **Телефон:** (моб.; раб.) 0700 - 222077; 0312 54 39 26. **Адрес:** г. Бишкек, ул. Абая 4/1, **Е.mail:** [erkinbnur@mail.ru](mailto:erkinbnur@mail.ru)

**2. Жусупбеков Бакытбек Толобекович** - КНАУ им. К.И.Скрябина. к.т.н., доцент; зав. кафедрой “Организация перевозок и безопасность движения”. **Телефон:** (моб.; раб.) 0708 - 379450; 0312 54 39 26. **Адрес:** г. Бишкек, ул. Тимура-Фрунзе-16, **Е. mail:** [bakit.j@mail.ru](mailto:bakit.j@mail.ru)