

ДВУМЕРНА КОРЕЛАЦИОННА ВРЪЗКА МЕЖДУ ОТНОСИТЕЛНИ РАЗХОДИ НА ГОРИВО В ДИЗЕЛОВИ ЛОКОМОТИВИ

Георги Генадиев
ggenad@abv.bg

Олег Кръстев
okrastev@tu-sofia.acad.bg

*Катедра “ТТ”-ВТУ“Т. Каблешков” - София, Катедра “ЖТ”-ТУ- София,
Гео Милев №158, София 1574, София 1156, БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: енергетика, дизелово гориво, локомотивна дизелова тяга

Резюме: Представени са някои резултати от вероятно-статистическо изследване на поведението на относителни разходи на дизелово гориво за локомотивна тяга.

Обработени са резултати от експериментално изследване в условията на реално влаково движение.

1. Увод

Известно е, че не е възможно да се отчете влиянието на всички фактори, които формират енергетичните процеси при влаковото движение – една част от факторите е сравнително малко проучена, а друга не се поддава на измерване.

Формулирана е основната задача в енергетиката на локомотивната тяга: да се определи степента на взаимната връзка между избрана характерна величина – в качеството на резултативен фактор, и нейните съответни значими фактори. Такава задача се решава с възможностите на корелационно-регресионния анализ [1].

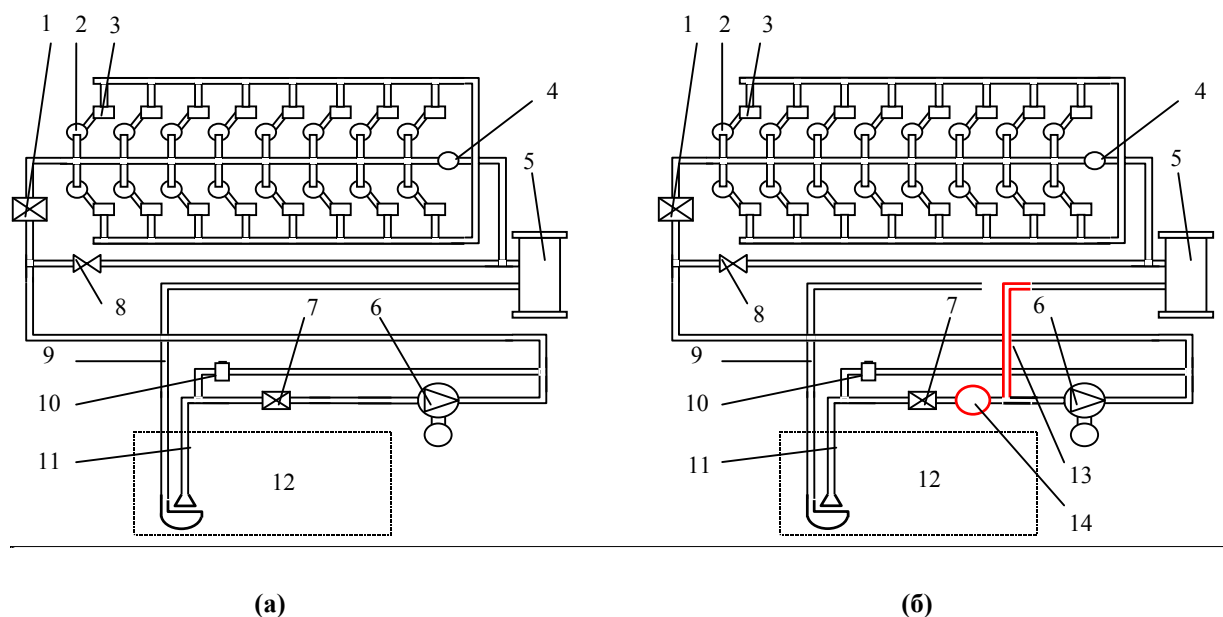
Към най-важните величини в теорията и практиката на локомотивната тяга се отнасят [2]:

- абсолютният разход на енергоресурс (гориво или електроенергия);
- относителните разходи на енергоресурс – отнесени към механичната работа, превозната работа или отработката (време или пробег);
- съответните съставлящи на разхода на енергоресурс, свързани с преодоляване на силите на основното съпротивление при движението на влака, с регулиращите скоростта задържания със спирачната система, с изменението на потенциалната енергия на влака, с преодоляването на силите на съпротивлението при движението в криви и др.;

- масата на влака;
- скоростта на влака;
- производителността на локомотива;
- коефициентът на полезно действие.

2. Експериментално изследване в условията на реално влаково движение по железопътно направление Пловдив - Свиленград

Използват се резултати от експериментално изследване на движението на влак № 1145 и влак № 1148, обслужвани с локомотив серия 07 – по направление гара Пловдив – гара Свиленград [3]. За нуждите на експеримента е направено преустройство на горивната система на локомотива – показано на фиг. 1.



Фиг. 1. Горивна система на локомотив серия 07: (а) – преди преустройството; (б) – след преустройството:

- 1 – фин филтър; 2 – гориво-нагнетателни помпи; 3 – дюзи; 4 – преливен вентил;
- 5 – горивоподгревател; 6 – горивна помпа; 7 – груб филтър; 8 – предпазен клапан;
- 9 – тръбопровод за връщано гориво; 10 – аварийен клапан; 11 – смукателен клапан;
- 12 – горивен резервоар; 13 – тръбопровод, монтиран допълнително при преустройството на горивната система; 14 – разходомер.

По време на експеримента са измерени и регистрирани следните величини:

- времето от началото на потеглянето;
- моментната скорост на движение;
- моментният абсолютен разход на дизелово гориво;
- позицията на контролера на машиниста

(изброените дотук величини са измервани или регистрирани през време 2 s);

- изминатият път от мястото на потеглянето;
- общият разход на дизелово гориво от момента на потеглянето.

Измерването и събирането на информацията е реализирано с бордови микрокомпютър МСМ 03, разработен в катедра “Железопътна техника” на

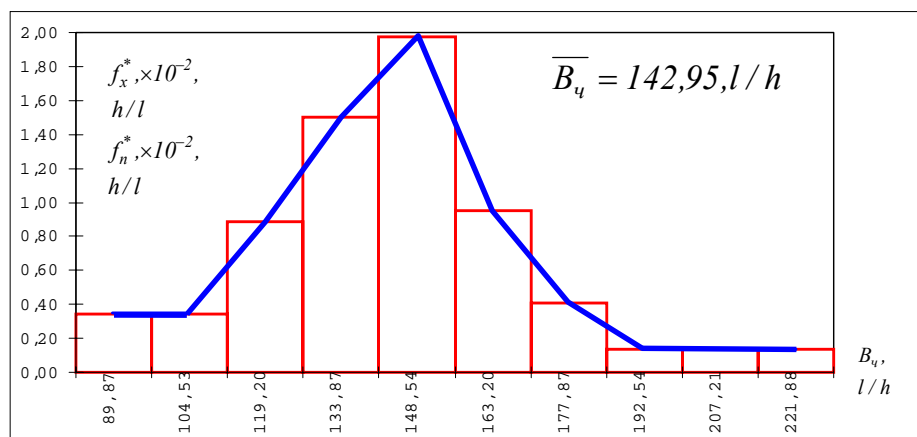
Техническият университет – София. Бордовият микрокомпютър записва данните, само когато влакът е в движение, т.е. когато неговата скорост е различна от 0, km/h. Данните се записват и върху външен носител (дискета).

3. Резултати от експерименталното изследване

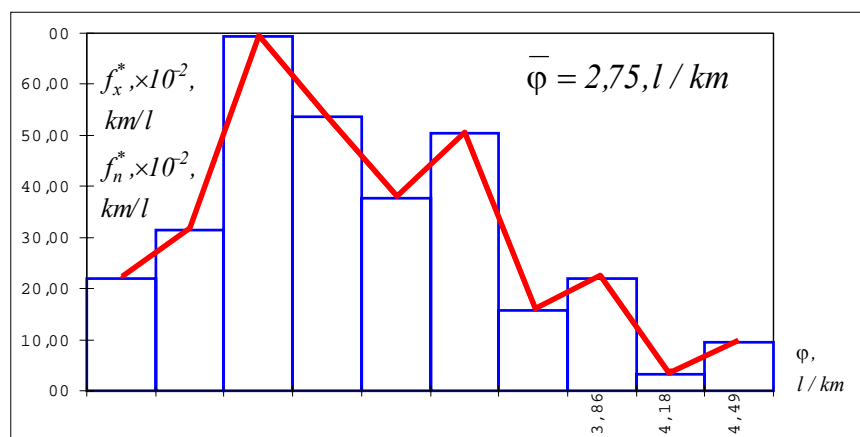
Част от получените резултати се отнасят за:

- часовия разход на дизелово гориво – B_q , l/h;
- относителния разход на дизелово гориво за единица пробег – Φ , l/km.

Тези разходи са случайни величини, които в рамките на междугарие са сведени до хистограмите, показани на фиг. 2, 3, 4, 5, 6 и 7. Хистограмите са построени за по 100 (4×25) броя наблюдения (съответстват на 4 пътувания на всеки влак в 25-те междугария).

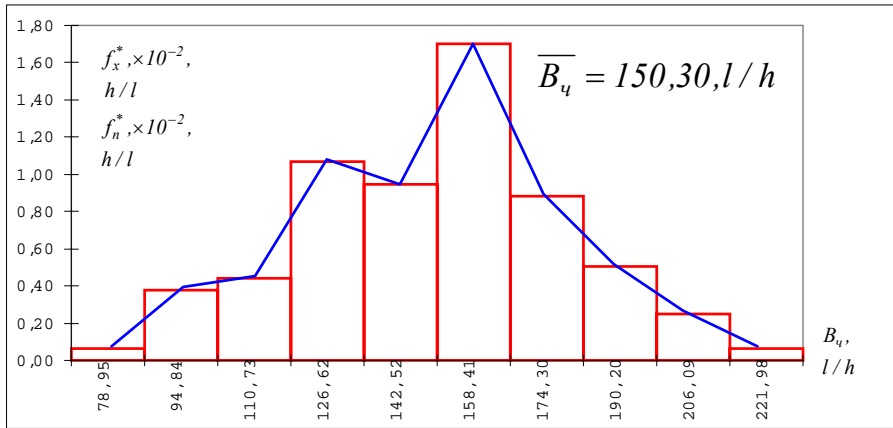


(a)

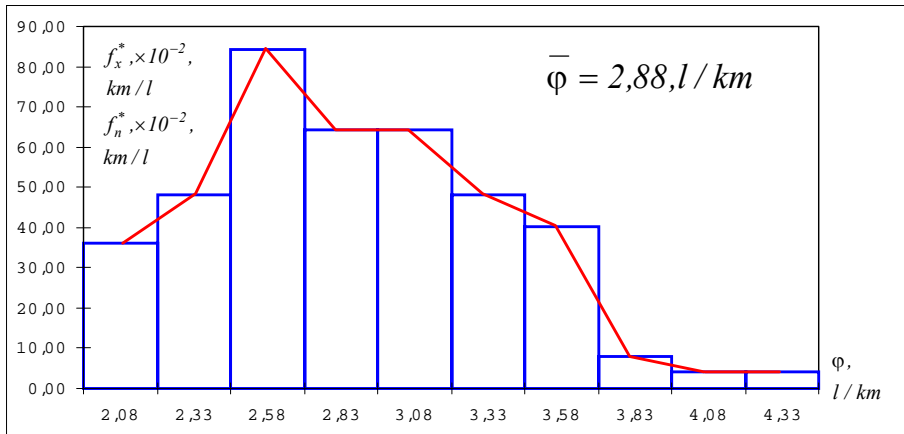


(б)

Фиг. 2. Хистограма и полигон на разпределението към движението на влак № 1145 – по разписание и без допълнителни указания: (а) – на B_q ; (б) – на Φ .

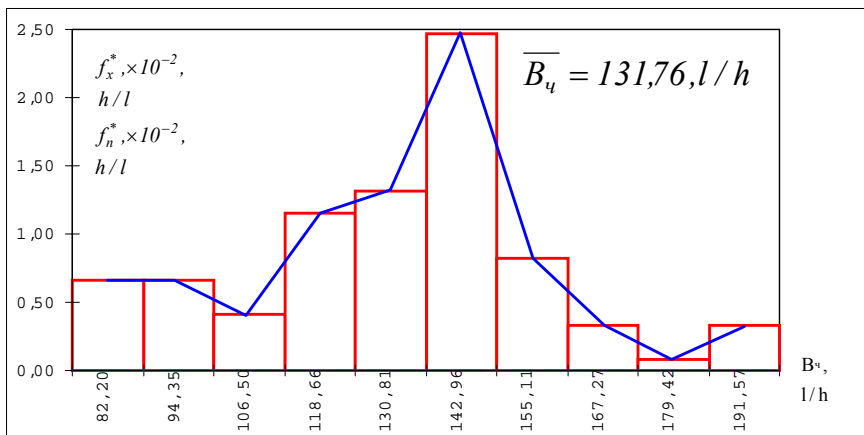


(a)

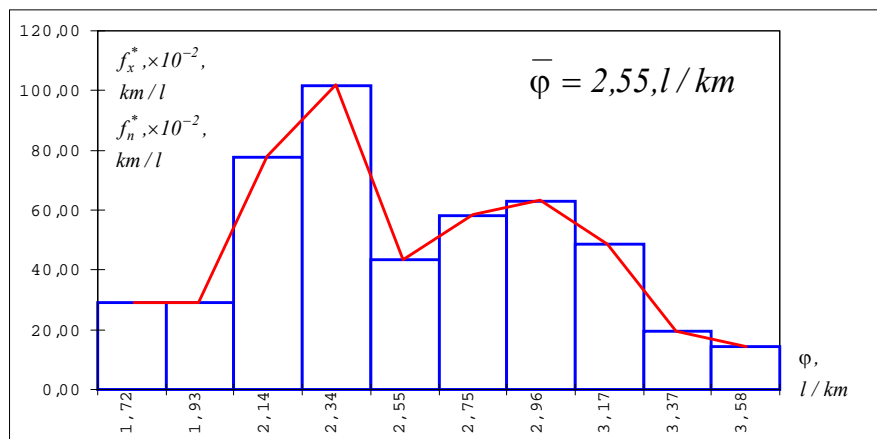


(б)

Фиг. 3. Хистограма и полигон на разпределението към движение на влак № 1148 – по разписание и без допълнителни указания: (а) – на B_q ; (б) – на φ .

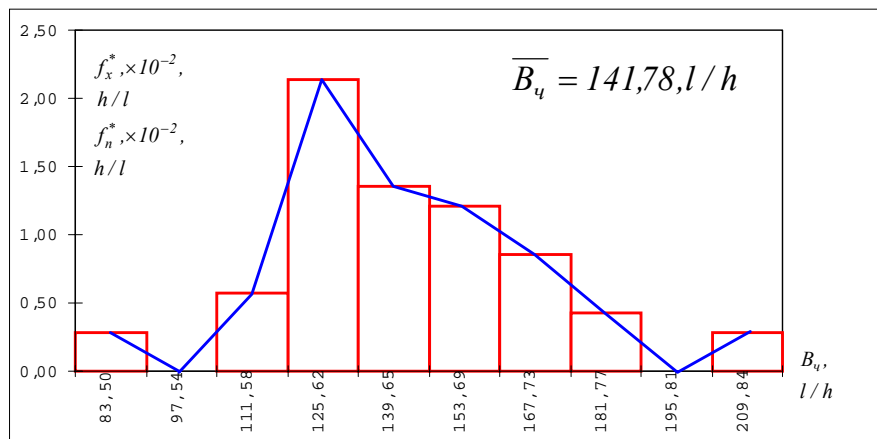


(a)

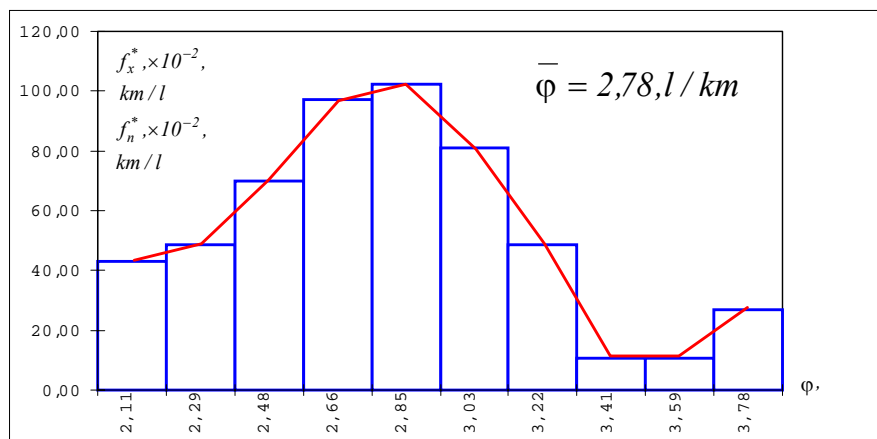


(б)

Фиг. 4. Histograma и полигон на разпределението към движение на влак № 1145 – по разписание и указания за алгоритъма на управление: (а) – на B_q ; (б) – на φ .

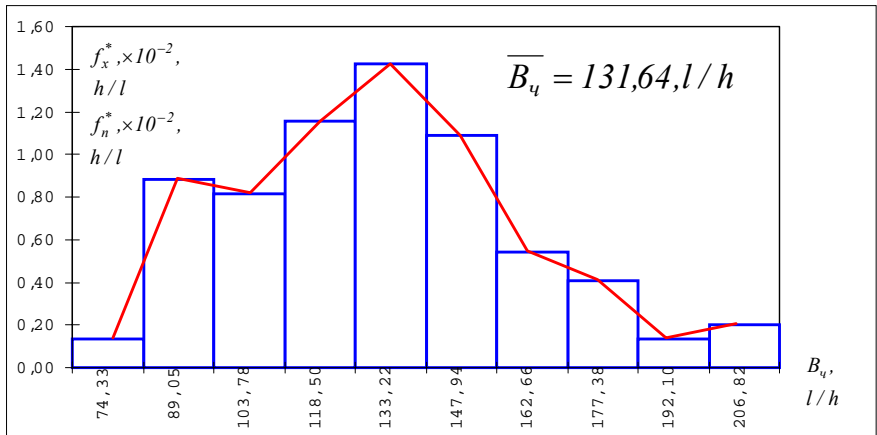


(а)

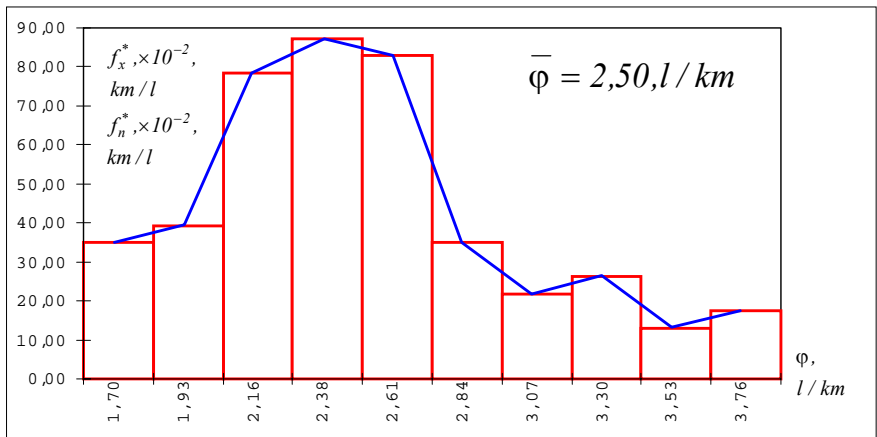


(б)

Фиг. 5. Histograma и полигон на разпределението към движение на влак № 1148 – по разписание и указания за алгоритъма на управление: (а) – на B_q ; (б) – на φ .

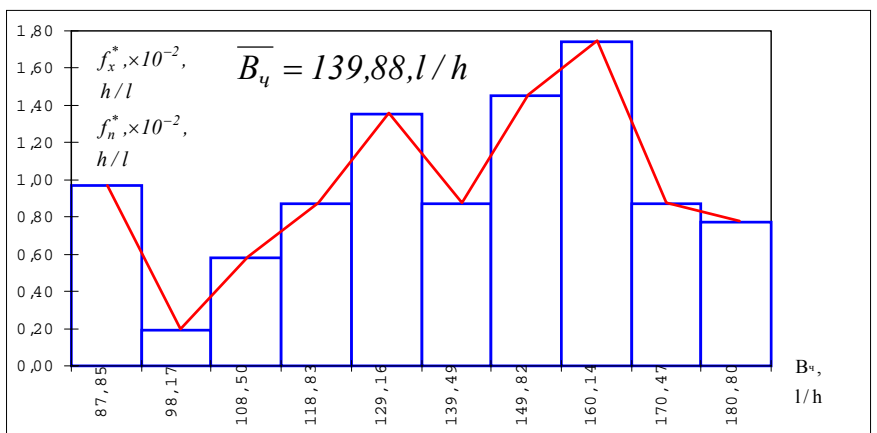


(a)

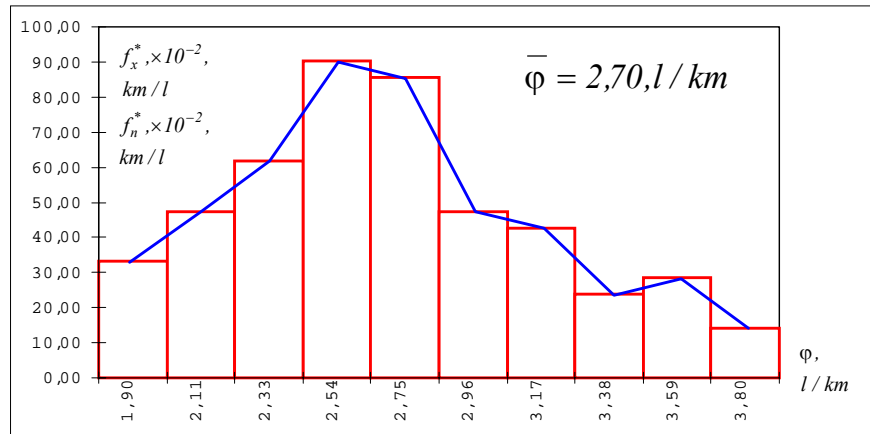


(б)

Фиг. 6. Хистограма и полигон на разпределението към движението на влак № 1145 – при променено разписание и указания за алгоритъма на управление: (а) – на B_q ; (б) – на ϕ .



(a)



(б)

Фиг. 7. Хистограма и полигон на разпределението към движение на влак № 1148 – при променено разписание и указания за алгоритъма на управление: (а) – на B_q ; (б) – на φ .

Дадените хистограми отразяват поведението на часовия разход и специфичния разход в междугарие при различно управление на локомотива.

4. Корелационна връзка между часовия разход и относителният разход на дизелово гориво за единица пробег

Двумерните корелационни връзки могат да бъдат използвани при анализа на енергетичните процеси в дизеловите локомотиви.

Тук е намерено следното регресионно уравнение между средната стойност на часовия разход на дизелово гориво – \bar{B}_q , l/h, и средната стойност на относителния разход на дизелово гориво за един километър – $\bar{\varphi}$, l/km (фиг. 8):

$$(1) \quad \bar{B}_q^{регр} = 119,242 + 2,391 \cdot 10^{-2} \bar{\varphi}^{6,77} ,$$

$$(1') \quad y^{регр} = 119,242 + 2,391 \cdot 10^{-2} x ,$$

където:

• $y^{регр} = \bar{B}_q^{регр}$ е стойността на резултативния фактор (средната стойност на часовия разход), оценена по регресионния модел;

$$(2) \quad x = \bar{\varphi}^{6,77} ;$$

$$(3) \quad y = \bar{B}_q ;$$

$$(4) \quad 32,681 = F_{сман} > F \equiv F_{0,05(5;4)} = 6,26 ;$$

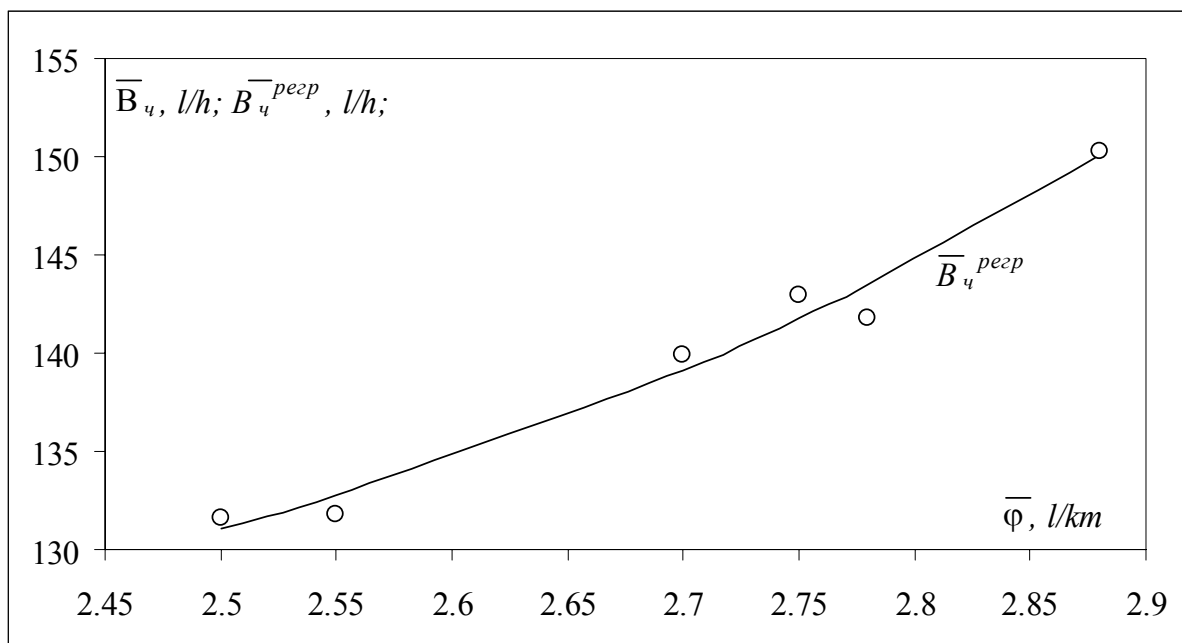
$$(4') \quad F_{сман} > F \equiv F_{0,01(5;4)} = 15,52 ;$$

- F_{stat} – статистическият критерий на Фишер (*Fischer*);
- $F \equiv F_{\alpha(n-1;n-m-1)}$ – критерият на Фишер;
- $\alpha = 0,05, \alpha = 0,01$ – избраните стойности на нивото на значимост;
- $n = 6$ – броят на наблюденията;
- $m = 1$ – броят на независимите фактори;
- $r_{yx} = 0,988$ – коефициентът на корелация между y и x ;
- $r_{yx}^2 = 0,975$ – коефициентът на детерминация.

Следователно:

- адекватността на модела с резултатите от наблюденията се приема съгласно направената проверка с F -критерия на Фишер;

- $1 - 0,975 = 0,025 = 2,5$ % от изменчивостта на резултативния фактор се обуславя от неотчетени променливи фактори .



Фиг. 8. Корелационно поле и линия на регресия.

5. Заключение

- Двумерните корелационни връзки имат място в енергетиката на дизеловата локомотивна тяга.

- Корелационната връзка между изследваните величини е нелинейна. Силната адекватност на модела с резултатите от наблюденията и голямата стойност на коефициента на детерминация може да се обяснят и със сравнително тесния интервал на изменение на корелираните величини – средни стойности на относителни разходи на гориво при влаково движение по едно и също железопътно направление (гара Пловдив – гара Свиленград) и по действащото разписание на влаковете.

- Макар намесата в работата на машиниста в експериментирания случай да е силно ограничена (правилниците допускат минимално неспазване на

времетражуванията), от сравнението на стойностите за \bar{B}_q и $\bar{\varphi}$ към фиг. 2, 3, 4, 5, 6 и 7 следва, че с оптимални алгоритми на управление на локомотива може да се реализират икономии на енергоресурс.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] АЛАБИН, М. А., А. Б. РОЙТМАН. Корреляционно-регрессионный анализ статистических данных в двигателестроении. М., Машиностроение, 1974.
- [2] ГЕНАДИЕВ, Г., О. КРЪСТЕВ. Корреляционные связи в энергетике тепловозной тяги. 12-та научна конференция – ТРАНСПОРТ 2002. ВТУ “Т. Каблешков”. Сборник доклади, с. 197-200.
- [3] КРЪСТЕВ, О. Снижаване на разхода на енергоресурс за тягови нужди чрез оптимално разпределение на заложения в графика за движение на влаковете ресурс от време. Докторска дисертация. С., 2001.

TWO-DIMENSIONAL CORRELATION DEPENDENCES OF RELATIVE KONSUMPTIONS OF LOCOMOTIVE’S DIESEL FUEL

Georgi Genadiev

Oleg Krastev

Key words: power engineering, diesel fuel, diesel traction of locomotives

Summary: Some results of probability and statistical research on relative consumptions of diesel fuel for locomotive’s traction have been presented.

Data of experimental research under conditions of real railway traffic have been treated.