

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної роботи бакалавра

на тему «Визначення витрат палива при роботі кар'єрних автосамоскидів
вантажопідйомністю 130 т на різних трасах в умовах ПрАТ Індулецький
гірничо-збагачувальний комбінат»

Студент

Сиволап М.В.

Керівник

Таран І.О.

Завідувач кафедри:

Монастирський Ю.А.

Кривий Ріг – 2020 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
Галузь знань: 27 – «Транспорт»
Спеціальність: 275 – «Транспортні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри автомобільного транспорту

Ю.А.Монастирський
«___» квітня 2020р.

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

СИВОЛАПУ Миколі Володимировичу

1. Тема «Визначення витрат палива при роботі кар'єрних автосамоскидів вантажопідйомністю 130 т на різних трасах в умовах ПрАТ Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат»

затверджена наказом по університету від “___” _____ 2020 року №

2. Строк подання студентом роботи для перевірки на плагіат 05.06.20 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічні та економічні показники роботи кар'єрних самоскидів БЕЛАЗ-7513 ПрАТ Інгулецький гірничо-збагачувальний комбінат, дані системи диспетчеризації «Кар'єр».

4.Зміст пояснювальної записки: вступ; аналіз даних по роботі кар'єрних самоскидів БелАЗ-75131, перелік використаних джерел.

Студент

Сиволап М.В.

Керівник

Таран І.О.

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ВСТУП	4
1. ХАРАКТЕРИСТИКА КАР'ЄРНИХ САМОСКИДІВ БЕЛАЗ-75131	5
1.1. Загальна характеристика машин	Помилка! Закладку не визначено.
1.2. Досвід експлуатації кар'єрних самоскидів БЕЛАЗ-7513 на підприємствах СНД.....	Помилка! Закладку не визначено.
1.3. Досвід застосування бортових контролерів на кар'єрних самоскидах «БелАЗ»	Помилка! Закладку не визначено.
2. УЗАГАЛЬНЕННЯ ДАНИХ БОРТОВИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ...	17
2.1. Вихідні дані для узагальнення	17
2.2. Середні параметри роботи самоскидів по кар'єру	18
2.3. Визначення параметрів роботи машин на різних трасах	19
3 ВИСНОВКИ.....	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	44

ВСТУП

Кар'єрні самоскиди БЕЛАЗ-75131 першими в Україні були придбані ВАТ «Інгулецький ГЗК» у 2004 році. Протягом травня – червня 2004 року перша машина була зібрана в умовах цеху технологічного автотранспорту та презентована для українських користувачів кар'єрних самоскидів.

Всього на березень 2020 року в парку ЦТА ВАТ ІнГЗК працюють 36 кар'єрних самоскидів БелАЗ-75131. На всіх машинах встановлені системи контролю завантаження, контролю витрати палива, діагностики СКЗ – 02.01 на основі даних яких і виконувалася дипломна робота.

Враховуючи, що досвід експлуатації 130 тонних машин достатньо малий цікавим є виконання досліджень зміни витрат паливі від умов роботи машин. До початку роботи передбачалося, що в ЦТА є дані по параметрам шляхів руху машин, але на справді таких даних не має, як такий облік параметрів кар'єрних трас відсутній, а маркшейдерська служба необхідні дані через комерційну таємницю не надала. Тому напрям дипломної роботи був дещо змінений у напрямку визначення витрат палива кар'єрними самоскидами на трасах різної довжини, а маневри враховані як постійна величина для кожної траси. При такій постановці питання маневри стають враховані як питома частка в загальній довжині траси, найбільша питома вага маневрів – на найкоротших трасах, а найменша – на найдовших.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА КАР'ЄРНИХ САМОСКИДІВ

БЕЛАЗ-75131

Кар'єрні самоскиди БЕЛАЗ-75131 (рис. 1.1) вантажопідйомністю 130 тонн призначені для транспортування розкритих порід і корисних копалин на відкритих гірничих розробках, а також ґрунту на будівництві [1, 2, 3].

Самоскиди призначені для експлуатації по спеціально обладнаних дорогах, що має найбільший подовжній ухил 6 - 8 %. При експлуатації самоскидів на дорогах із затяжними продовжними ухилами більш 6 % повинні бути передбачені вставки зі зменшеними подовжніми ухилами (2 % і менше) чи горизонтальні ділянки довжиною не менш 50 м через кожні 600 м дороги з затяжним ухилом. Дороги повинні бути розраховані на пропуск автотранспорту з осьовим навантаженням не менш 140000 кг.

Поверхня покриття доріг повинна бути рівної і забезпечувати рух самоскидів з рас-парною швидкістю. Просвіт між триметровою рейкою і поверхнею покриття дороги не повинний перевищувати 2,5 см. Якщо на ділянці дороги, рівній базі самоскида, мається п'ять нерівностей глибиною від 3 до 5 см (просвіт між рейкою і поверхнею покриття) чи одна нерівність глибиною до 10 см, з розмірами в плані, що перевищують пляма контакту шин, швидкість руху самоскида повинна знижуватися до 25 км/ч. При збільшенні кількості нерівностей у два рази швидкість руху повинна знижуватися до 15 - 20 км/год.

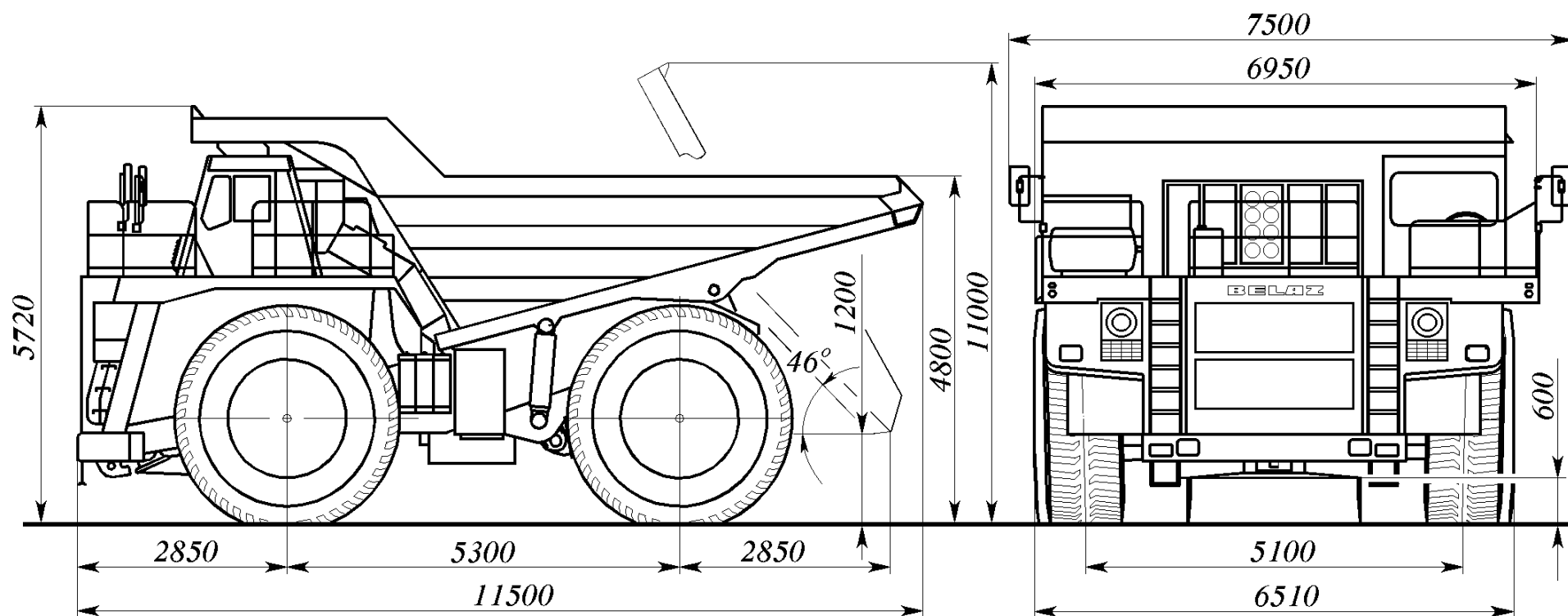


Рис.1.1. Габаритні параметри кар'єрних самоскидів БЕЛАЗ-75131

Самоскиди розраховані на експлуатацію при температурі навколишнього повітря від мінус 50 до плюс 40 °С, відносної вологості повітря до 80 % при температурі 20°С, швидкості вітру до 20 м/с і в районах, розташованих на висоті до 2000 м над рівнем моря при відповідному зміні тяглого-динамічних якостей. Для підвищення продуктивності самоскидів рекомендується їхня експлуатація в комплексі з екскаваторами, що мають місткість ковша до 12,5 м³.

Таблиця 1.1

Технічна характеристика

Параметры	БелАЗ-75131	БелАЗ-75132
Грузоподъемность, кг	130000	
Маса самоскиду, кг:		
експлуатаційна	105000	
повна, не більш	235000	
Розподіл повної маси %:		
на передню вісь	33	
на задню вісь	67	
Радіус повороту, м	13	
Габаритний діаметр повороту, м	28	
Максимальна швидкість руху з номінальною масою вантажу на горизонтальній ділянці дороги, км/год	42	
Гальмівний шлях самоскида повної маси з використанням робочої гальмівної системи з швидкості 8.3 м/с (30 км/год), м	21	
Номінальний геометричний об'єм платформи, м ³	46*	
Номінальна місткість платформи (з “шапкою” 2:1), м ³	71*	
Ухил, на якому гальмівна система стоянки забезпечує нерухомість самоскида повної маси %	16	
Час підйому платформи з номінальною масою, с	20	
Час опускання платформи, с	18	
Двигун		
Модель	Cummins KTA50–C	8ДМ-21АМС

Параметры	БелАЗ-75131	БелАЗ-75132
Тип	Дизельний чотирьохтактний з V-образним розташуванням циліндрів, газотурбінним наддувом і проміжним охолодженням наддувочного повітря	
Номінальна потужність, кВт	1194	1103
Частота обертання, відповідно номінальній потужності, хв ⁻¹	1900	1500
Мінімально стійка частота обертання холостого ходу, хв ⁻¹	725	700
Максимальна частота обертання холостого ходу, хв ⁻¹	2000	1545
Кількість циліндрів	16	8
Робочий об'єм, л	50	58,15
Діаметр циліндра, мм	159	210
Хід поршня, мм	159	210
Тяговий електропривод		
Змінно-постійного струму, включає тяговий синхронний генератор, тягові електродвигуни, силові трифазні випрямлячі, вентильовані гальмівні резистори, комутаційну апаратуру і систему автоматичного управління		
Тяговий генератор	СГД 89/38-8, ГСН-500	СГД2 89/38-8
Потужність на тягу, кВт	1000	920
Тяговий електродвигун	ЭК-420	ЭК-590 ЭД-136 ТЭД-6
Потужність, кВт	420	590 640 590
Редуктор електромотор-колеса:	Дворядний диференціальний	
передавальне число	30,36	
Ходова частина		
Рама	Зварна з високоміцної сталі, подовжні лонжерони коробчатого перетину сполучені поперечиною	
Підвіска передніх і задніх коліс	Пневмогідравлічна, залежна	
Колеса	Бездісковіє, з роз'ємним ободом 24.00-51/5,0	
Шини	Безкамерні, пневматичні	
Розмірність діагональних шин	33.00-51 НС 58 (Е3 або Е4)	
Тиск повітря в шинах, МПа	0.6±0.025	
Розмірність радіальних шин	33.00R51	
Тиск повітря в шинах, МПа	0.725±0.025	
Рульове управління		

Параметры	БелАЗ-75131	БелАЗ-75132
Гідропривід	Гидрооб'ємний з двома незалежними контурами	
Аварійний привід	Від пневмогидроаккумуляторів	
Гальмівні системи		
Робоча гальмівна система	Гальмівні механізми дискові з автоматичним регулюванням зазора між накладками і диском. Привід гідравлічний, роздільний для передніх і задніх коліс. Джерело енергії - насос накопичувач енергії - пневмогидроаккумулятори	
Гальмівна система стоянки	Гальмівні механізми дискові, постійно замкнутого типу. Привід пружинний з гідравлічним управлінням	
Допоміжна гальмівна система	Електричне гальмування тяговими електродвигунами в генераторному режимі	
Запасна гальмівна система	Використовується гальмівна система стоянки і справний контур робочої гальмівної системи	
Електроустаткування		
Схема під'єднування	Однодротяна, негативні висновки джерел і споживачів струму сполучені з "масою". Підкапотні ліхтарі і розетка переносної лампи сполучені по дводротяній схемі	
Струм	Постійний	
Напруга, В	24	
Акумуляторні батареї	6СТ-190А, сполучені послідовно	
Кабіна і платформа		
Кабіна	Суцільнометалева, двомісна, герметична з термошумоізоляцією. Відповідає вимогам системи ROPS. Обладнана двома противосолнечними козирками, двошкітковим електричним склоочисником, отопителем, омивателем вітрового скла вішалками і сидіннями. Дзеркала заднього вигляду розташовані з двох сторін самоскиду	
Платформа	Ковшового типу, зварна, із захисним козирком над кабіною. Днище платформи обігрівається відпрацьованими газами. Платформа обладнана пристроєм для механічного стопорення в піднятому положенні, камнеотбойниками і камневытравителями	
Перекидаючий механізм		

Параметры	БелАЗ-75131	БелАЗ-75132
Тип механізму	Гідравлічний	
Циліндри	Телескопічні, триступінчаті	
Насоси	Блок насосів: аксіально-поршневої змінної продуктивності і лопатевої з постійним робочим об'ємом	
Заправні об'єми		
Система мащення двигуна, л	195	202
Система охолодження двигуна, л	410	390
Паливний бак, л	1900	
Гідравлічна система, л	340	
Редуктори електромотор-коліс (два) , л	36x2=72	
Циліндр підвіски, кг:		
передній (два)	15x2=30	
задній (два)	26x2=52	

Нове покоління кар'єрних самоскидів БелАЗ вантажопідйомністю 130 тонн серії 7513 упевнено прийшло на зміну що випускається з 1994 р. самоскидам вантажопідйомністю 120 тонн (серія 7512). В машині нового покоління застосована електрична трансмісія змінно-постійного струму з пуско-регулюючою апаратурою на базі мікроелектроніки, встановлений більш могутній, надійний і економічний двигун КТА-50С фірми Cummins, установлені з'єднана гідросистема, дискові гальма з гідроприводом, кабіна з елементами системи ROPS. Значно підвищена ефективність систем та електродинамічного гальмування, яка дозволяє уповільнити рух самоскида аж до повної зупинки. В електроприводі БелАЗ-75131 впроваджені електронні блоки, що спрощують виявлення несправності електроприводу і їх усунення. Винесення назовні робочих гальмівних механізмів забезпечило зручність замін и і обслуговування деталей гальмівних систем, як робочої, так і стоянки. Із застосуванням систем и автоматичного мастила Lincoln значно підвищена - надійність ходової частини і рульової управління. Необхідно відзначити значне поліпшення умов праці водія в новому самоскиді: значно понижений рівень вібрації і шуму в кабіні, все машин и забезпечені кондиціонерами, надійно працюють отопителі. Більш висока

продуктивність і низька питома витрата палива в поєднанні з високою надійністю вигідно відрізняють їх вигляд у порівнянні з раніше випускаючимися БелАЗов. Залежно від комплектації самоскиди 130-тонн в даний час випускаються двох модифікацій - 75131 і 75132, хоча їх модельний ряд передбачає до десятка виконань. На вимогу замовника самоскиди можуть випускатися для різних кліматичних умов, комплектуватися кузовами для перевезення порід різlichної густини, оснащуватися системою комп'ютерної діагностики. Оснащення, що передбачається, відповідає вимогам диспетчеризації кар'єрів, розробки по яких ведуться як вітчизняними, так і зарубіжними компаніями. Всі моделі самоскидів серії 7513 комплектуються системами централізованого мащення і контролю завантаження.

Аналізуючи в цілому показники, що характеризують ефективність використання самоскидів, можна зробити висновок: експлуатація БелАЗ-75131 забезпечує якісно високі техніко-економічні показники. В умовах Ковдорського ГЗК з практичною висотою підйому вантажу близько 450 метрів, самоскид САТ-785С не має якого-небудь значного переваги перед 130-тонником ВО «БелАЗ».

Кар'єрний самоскид БелАЗ-75131 на Ковдорському ГЗК (третій рік експлуатації). В даний час на підприємство поставлено ще дві машини БелАЗ серії 7513. При цьому практично всі зауваження і пропозиції фахівців комбінату і нашої сервісної служби враховані в конструкції знов поставлених машин. Модернізація торкнулася таких основних вузлів як рама, корпус редуктора електро-мотор колеса, рульового управління. Збірка, наладка і запуск самоскидів проведена під керівництвом фахівців ПО «БелАЗ».

Аналізуючи результати роботи 130-тонників в регіоні Кузбасу, на основі звітних даних ХК «Кузбассразрезуголь» слід відзначити, що завдяки впровадженню в технологію видобутку вугілля в 2011-2012 рр. нової сучасної кар'єрної техніки виробництва ПО «БелАЗ», істотно підвищилися показники робіт и компанії. Нові самоскиди вигідно відрізняються від раніше

поставлених продуктивністю і економічністю. В цілому по парку за дев'ять місяців об'єм перевезень одним середньосписочним самоскидом склав 1.613 млн.т, питома витрата палива -92.38 г/т*км, коефіцієнти використання: парка -0.87, вантажопідйомності - 0.81, середня експлуатаційна швидкість - 12.1 км/ч, коефіцієнт технічної готовності - 0.91-0.93. Простої самоскидів із технічних причин складають менше 10% від загальних внутрисменних простоїв. На думку водія БелАЗ-75131 (шасі №39) ВАТ «Розріз Кедровський» Олександра Наумова самоскид порівняно з 120-тонником БелАЗ-7512, на якому він відпрацював більше шести років, більш надійний в роботі. Особливо це торкається дизель-генераторної установки і гідравлічних систем.

Результати проведених випробувань показали, що самоскид БелАЗ-75131 по тягово-динамічних характеристикам перевершує САТ 785С, і підтвердили що він може ефективно експлуатуватися в кар'єрах, що мають глибину більше 500 м.

В теперішній час бортові контролери СКЗ-02 є штатним устаткуванням великовантажних самоскидів БелАЗ. Контролери СКЗ-02 у складі автономної системи контролю завантаження і витрати палива (СКЗ і РТ) призначені для вирішення наступних задач:

- контроль ваги вантажу, що перевозиться, і захист кар'єрних самоскидів від перевантаження; облік кількості рейсів і пройденого шляху (навантаженого і порожнього самоскида); контроль дотримання швидкісного режиму;

- контроль витрати палива;

- накопичення технологічної і діагностичної інформації про транспортний потік. Використовування бортових контролерів дозволяє забезпечити рівномірне і точне завантаження кар'єрного самоскида, максимально збільшити його середню експлуатаційну продуктивність, забезпечити продовження терміну служби і тим самим понизити собівартість транспортних робіт, істотно підвищити трудову і технологічну дисципліну.

Бортові контролери СКЗ-02 розроблені «ВІСТ Груп» (Москва) спільно з фахівцями ПО «БелАЗ» з урахуванням можливості їх використання у складі системи диспетчеризації гірсько-транспортного устаткування «Кар'єр». (Рис. 1.2)

Найбільший ефект від застосування СКЗ і РТ досягається при створенні автоматизованої диспетчерської системи, що включає всі кар'єрні самоскиди підприємства.

При цьому на самоскиді стандартний бортовий контролер СКЗ-02 оснащується додатковою радіонавігаційною платою, встановлюється GPS-антена і радіостанція для передачі даних. Телеметрична інформація в режимі реального часу передається на диспетчерський центр для обробки і зберігання. Ефект від упровадження системи диспетчеризації досягається за рахунок збільшення часу продуктивного використання устаткування протягом зміни, забезпечення економії ресурсів досягши необхідних об'ємів виробництва, підвищення трудової і технологічної дисципліни персоналу, створення основи для об'єктивної оцінки діяльності служб і ділянок підприємства і передумов планомірного ремонту і обслуговування парку машин, оптимізації вантажопотоків.

Прикладом комплексного підходу в управлінні гірсько-транспортним устаткуванням є ЗАТ «Черніговець», де всі великовантажні самоскиди БелАЗ-7512 і були оснащені контролерами з радіонавігаційною платнею, GPS-антенами і радіостанціями. На початковому етапі система використовувалася без радіоцентру, дані періодично переписувалися з бортових контролерів кар'єрних самоскидів на портативний комп'ютер і надалі оброблялися на сервері системи диспетчеризації.



Рис.1.2. Контроллер СК3-02 та датчик рівня палива в баку

Цікаво, що більшість водіїв вітала установку устаткування, контролюючого їх роботу, вважаючи, що тим самим відпадає технічна можливість для несумлінних водіїв приписок рейсів і несанкціонованого зливу палива. А вже раніше, у разі невідповідності статистики і маркшейдерського виміру, зарплата урізувалася зі всіх водіїв без виключення.

На наступному етапі впровадження автоматизованої системи диспетчеризації гірсько-транспортного устаткування в ЗАТ «Черніговець» був змонтований радіоцентр. В результаті з'явилися додаткові можливості. Гірничий диспетчер, диспетчер автобази, маркшейдер або будь-який інший користувач, що знаходиться в локальній обчислювальній мережі підприємства може в реальному режимі часу контролювати роботу гірсько-транспортного устаткування і оперативно ухвалювати рішення дозволяючи добиватися максимальної продуктивності і управляти якістю корисної копалини, що здобувається, на основі управління вантажопотоками.

Диспетчер у будь-який момент часу знає, де знаходиться та або інша одиниця техніки, скільки рейсів було зроблено у вказаний проміжок часу тим або іншим самоскидом, а також скільки було завантажено самоскидів тим або іншим екскаватором. Диспетчер може одержувати інформацію про всі типи простоїв і вживати відповідних заходів по їх скороченню. Маркшейдерська служба підприємства використовує дані системи диспетчеризації як для контролю об'ємів так і для контролю правильності ведення гірських робіт (наприклад, для контролю місць розвантаження і отвалоутворення).

На підприємствах, одержуючи нові кар'єрні самоскиди, обладнані системою контролю завантаження і витрати палива безпосередньо на ПО «БелАЗ», контроль робіт, виконаних самоскидом, ведеться виключно за даними бортового контролера СКЗ-02.

За інформацією з ЗАТ «АПАТИТ», наявність тільки одного механізму підрахунку кількості рейсів дозволяє корінним чином змінити методи

контролю кількості перевезеної гірської маси. На сьогоднішній день автомата СКЗ і РТ фіксує рейси з 100% точністю. Покладаючись на нормативні дані підприємства по середньому завантаженню кар'єрних самоскидів і кількість рейсів ними зроблених, можна більш точно обчислити об'єм виконаних робіт. Оскільки можливість приписки рейсів відпала і водії це добре розуміють, відпала і можливість зливу надлишків палива, що привело до істотної економії дизельного палива.

Керівництво Інгулецького гірничо-збагачувального комбінату ухвалило рішення вести облік роботи кар'єрних самоскидів, обладнаних СКЗ і РТ, виключно за даними системи, а машини з несправною СКЗ і РТ вважати непрацездатними і відправляти в ремонт.

Останнім часом проведений ряд робіт по підвищенню точності вимірювання кількості гірської маси і витрати палива, що перевозиться, що дозволило гарантувати точність вимірювання даних параметрів не гірше 5%.

Розширення застосування бортових контролерів на самоскидах БелАЗ йде по наступних напрямках:

- підключення додаткових датчиків до СКЗ-02 (наприклад, інклінометр) для розширення функціональних можливостей СКЗ і РТ;
- розробка і випробування бортового контролера АГМП, що дозволяє на додаток до функцій СКЗ і РТ реалізувати автоматичне управління гідромеханічною передачею, а також діагностику систем і вузлів кар'єрного самоскида;
- об'єднання всієї електронної апаратури в єдиний бортовий комплекс з використанням CAN-шини для обміну інформацією між пристроями, що входять до складу комплексу (СКЗ і РТ, системою контролю тиску в шинах системою управління тяговим електроприводом і т.п.).

2. УЗАГАЛЬНЕННЯ ДАНИХ БОРТОВИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

2.1. Вихідні дані для узагальнення

Вхідними даними для узагальнення служили електронні форми змінних рапортів системи СКЗ і РТ кар'єрних самоскидів БелАЗ в яких відзначалась транспортна робота та відповідні витрати палива, а саме:

Форма № 1

- Дата
- Зміна
- Прізвище, ім'я та по батькові водія
- Табельний номер водія
- Номер кар'єрного самоскиду
- Час вантаження
- Час розвантаження
- Номер екскаватора
- Горизонт вантаження
- Розвантаження
- Горизонт розвантаження
- Висота транспортування
- Маса вантажу
- Вид гірничої маси
- Довжина їздки з вантажем
- Рівень палива в пункті навантаження
- Рівень палива в пункті розвантаження
- Витрата палива за їздку.

Форма №2

- Дата
- Зміна
- Табельний номер водія
- Номер кар'єрного самоскиду
- Пробіг загальний
- Відстань загальна по СКЗ
- Холостий пробіг
- Відстань їздки з вантажем
- Маса перевезеного вантажу за зміну
- Кількість їздок
- Середня висота
- Норма витрати палива, всього
- Норма витрати палива, на холостий пробіг
- Норма витрати палива, на простій автосамоскида
- Витрата палива
- Відхилення

Для аналізу та статистичного оцінювання даних змінних рапортів були застосовані стандартні процедури пакету аналізу Microsoft Office Excel: описова статистика та гістограма.

Всього було проаналізовано 4396 їздок 16 кар'єрних самоскидів за 13 днів роботи у 2 зміни по 12 годин. Номера самоскидів першої колони - з 170 по 176 та другої колони - з 270 по 277.

2.2. Середні параметри роботи самоскидів по кар'єру

Для визначення середніх статистичних показників роботи парку 130 тонних кар'єрних самоскидів за контрольний період було застосовано процедуру описова статистика пакету аналізу Microsoft Office Excel. Результати (табл.2.1) показують, що в середньому машини перевозять 129, 7 т на відстань 2,77 км при уклоні 0,033, при цьому витрачають 97,10 г/(т*км)

(рис.2.1) і виконують транспортної роботи за їздки з вантажем 357,2 т*км або за годину - 1450 т*км/год.

За зміну (табл. 2.2) машини проходять 108,8 км, з них 48,5 км з вантажем, перевозять 2557 т за 19,6 їздок, виконують транспортної роботи 6273,5 т*км.

Порівняння середньої висоти транспортування та питомої витрати палива за звітний період та за зміни показують практично однакові показники (відхилення в межах 1%), що свідчить про достовірність вихідних даних, які були отримані із різних звітних форм.

2.3 Визначення параметрів роботи машин на різних трасах

Аналіз вихідних даних показав, машини переважно працювали на дванадцяти трасах (табл. 2.3.). Траси повністю характеризують дорожню обстановку кар'єру. Їх довжина від 1,4 до 5,3 км, при переважній кількості трас з довжиною 2...3 км, що є переважним для даного підприємства. Загалом середня довжина траси - 2,79 км, висота транспортування – 95 м.

По двом найдовшим трасам у верхній частині перевозиться скельна гірнична маса, по іншим, довжина яких близька до середньої довжини їздки з вантажем – перевозиться руда. Висота транспортування руди від 15 до 150 м, а скали 165 та 200 м, таким чином порівнювати показники по цим двом трасам з іншими не є коректним, але показники роботи машин на цих трасах можна порівнювати між собою. Це дасть яскраву характеристику роботи кар'єрних самоскидів в складних умовах довгих трас з великою висотою транспортування.

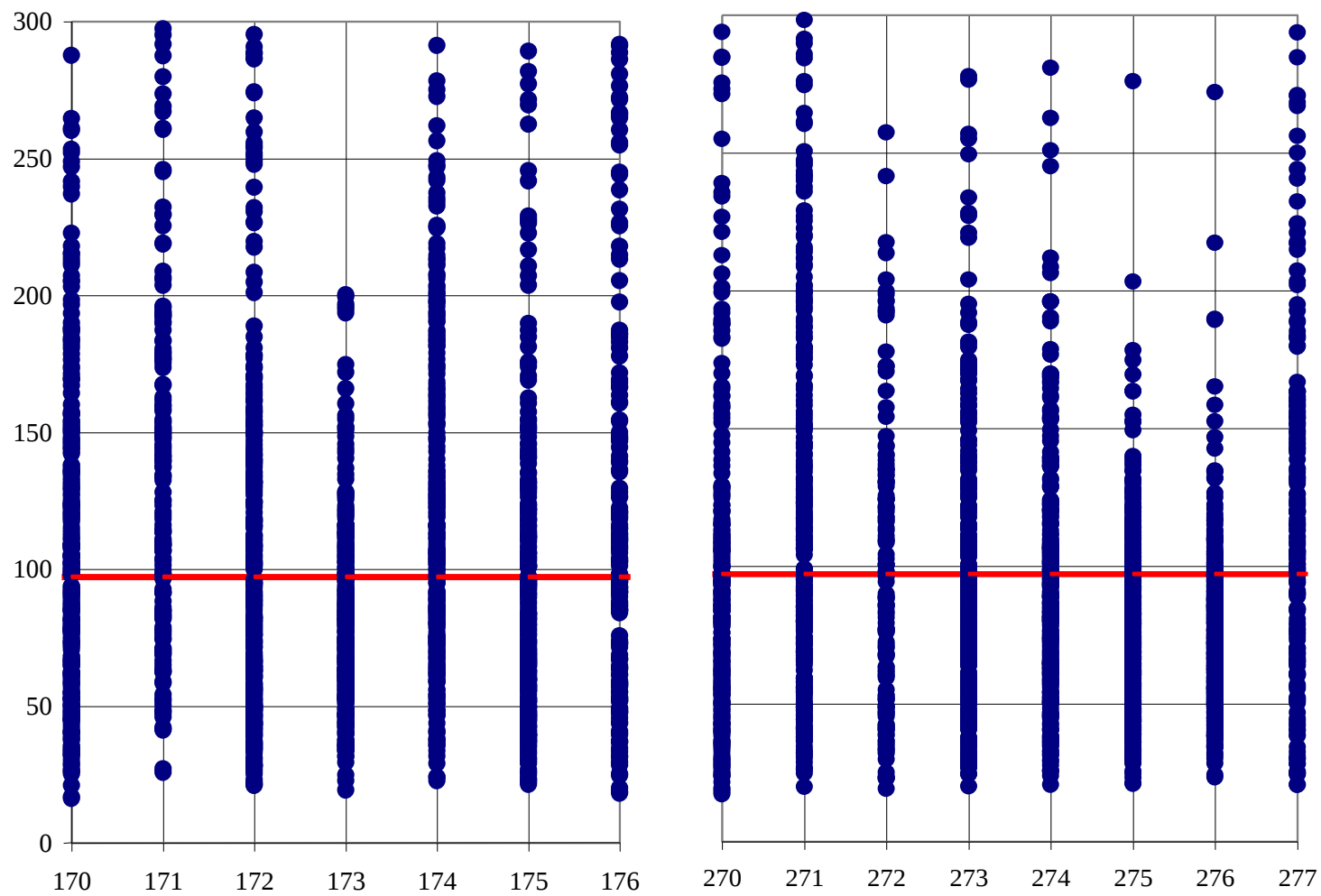


Рис.2.1. Питомі витрати палива машинами на трасах кар'єру, г/(т*км)

Табл.2.1.

Середні статистичні показники роботи парку 130 тоннних машин за контрольний термін

Показники	Відстань з вантажем, км	Маса вантажу, т	Швидкість руху з вантажем, км/год	Висота транспортування, м	Транспортна робота, т*км	Питома витрата палива, г/т*км
Середнє	2.774095	129.6929	11.23039	96.75728	1450.161	97.09828
Стандартна помилка	0.018316	0.15544	0.040759	0.944788	5.195728	0.803384
Медіана	2.47	131	11.38946	90	1477.506	84.91294
Стандартне відхилення;	1.214386	10.30601	2.702438	62.64168	344.4889	53.26621
Дисперсія вибірки;	1.474733	106.2137	7.303171	3923.98	118672.6	2837.289
Ексцес;	0.311247	10.76217	0.417621	0.107145	0.527787	1.631182
Асиметричність	0.924656	-2.29845	-0.36071	-0.19614	-0.40729	1.280653
Інтервал	9.53	103	19.09573	365	2477.523	282.041
Мінімум	0.47	56	0.751349	-105	90.16193	16.10951
Максимум	7.13	159	19.84708	260	2567.684	298.1505
Сума	12194.92	570130	49368.79	425345	6374909	426844
Рівень надійності (95.0%)	0.035908	0.30474	0.079909	1.852261	10.18624	1.575037

Табл.2.2.

Статистичні показники середньо змінних показників роботи парку

Показники	Загальний пробіг, км	Відстань з вантажем, км	Маса вантажу за зміну, т	Кількість їздок	Середня висота транспортування, м	Транспортна робота, т*км	Питома витрата палива, г/т*км
Середнє	108.8247	48.4948	2556.686	19.61628	94.28488	6273.454	96.73532
Стандартна помилка	1.567996	0.776542	46.07886	0.33449	2.550962	99.16603	0.746651
Медіана	108.35	48.625	2627	20	86	6339.666	95.62839
Стандартне відхилення;	29.08199	14.40271	854.6355	6.203861	47.3133	1839.256	13.84832
Дисперсія вибірки;	845.7619	207.4381	730401.8	38.4879	2238.548	3382862	191.7759
Ексцес;	0.149163	0.435163	0.089408	0.398303	-0.41952	0.570659	11.62068
Асиметричність	-0.31637	-0.45577	-0.11496	-0.16344	0.673966	-0.54464	2.002165
Інтервал	157.3	81.51	4744	36	181	10502.22	147.8512
Мінімум	25.4	4.18	249	2	23	585.2	55.41223
Максимум	182.7	85.69	4993	38	204	11087.42	203.2635
Сума	37435.7	16682.21	879500	6748	32434	2158068	33276.95
Рівень надійності (95.0%)	3.084097	1.527384	90.6327	0.657909	5.017498	195.0501	1.468592

Таблиця 2.3

Траси руху для аналізу роботи кар'єрних самоскидів

Означення траси	№ екскаватора	Горизонт навантаження	Пункт розвантаження	Горизонт розвантаження	Висота транспортування, м	Середня довжина їздки, км	Тип вантажу
1	66	-90	ПТК - Західний 1	-60	30	1,41	Руда
2	69	-120	ПТК +80	+80	200	5,33	Скала
3	86	-120	ПТК - Західний-1	-60	60	2,65	Руда
4	75	-180	ПТК- Північний -15	-15	165	4,26	Скала
5	27	-255	ПТК- Західний-2	-240	15	1,59	Руда
6	28	-270	ПТК - Східний	-180	90	2,24	Руда
7	99	-285	ПТК - Східний	-180	105	2,33	Руда
8	99	-285	ПТК - Західний-2	-240	45	1,68	Руда
9	25	-300	ПТК - Західний-2	-240	60	1,59	Руда
10	25	-300	ПТК- Східний	-180	120	2,30	Руда
11	26	-330	ПТК- Східний	-180	150	3,07	Руда
12	26	-330	ПТК - Західний-2	-240	90	2,59	Руда

Перша траса є найкоротшою з вибраних. На цій трасі (рис. 2.2) машини виконали 100 їздок, у середньому по 7 їздок на машину, від 2 до 14. Середня маса вантажу 130,8 т. Середні питомі витрати палива складають 106,7 г/(т*км), що на 9% вище за середні показники. Це цілком логічно, на короткій трасі питома вага маневрів значна, тому і витрати палива більші незважаючи на те, що уклін даної траси майже в 1,5 рази менший за середній.

Аналіз графіка (рис. 2.2) показує, що найбільш стабільні показники по витратах палива у машин № 174 та № 175, при цьому машина № 175 показала абсолютно найменші витрати палива. Крім вказаних машин менше середніх витрат палива показали машини №№ 272, 273, 276. Найбільший діапазон у витратах палива у машин № 176 та 271, машина № 176 показала абсолютно найбільші витрати палива 288 г/(т*км), що майже в 3 рази вище за середні.

На трасі № 2, яка є найдовшою, машини відпрацювали 216 їздок, по 14 на машину. Середні питомі витрати палива складають 78,1 г/(т*км), що на 19% нижче за середні показники. Середня маса вантажу 126,2 т.

Аналіз графіка (рис. 2.3) показує, що найбільш стабільні показники по витратах палива у машин № 171, 173, 271, 272. Але якщо машини № 171 та 271 показали витрати палива нижчі за середні, то машини № 173 та 272 – вищі. Крім вказаних машин менше середніх витрат палива показали машини №№ 171, 176. Найбільший діапазон у витратах палива у машин № 270, 273 та 276, машина № 277 показала абсолютно найбільші витрати палива 180 г/(т*км), що майже в 2 рази вище за середні.

Незважаючи на практично в 2 рази більший уклон на трасі № 2 витрати палива майже на 30% нижчі чим на трасі № 1, що обумовлюється більшою питомою вагою маневрів в загальній трасі руху.

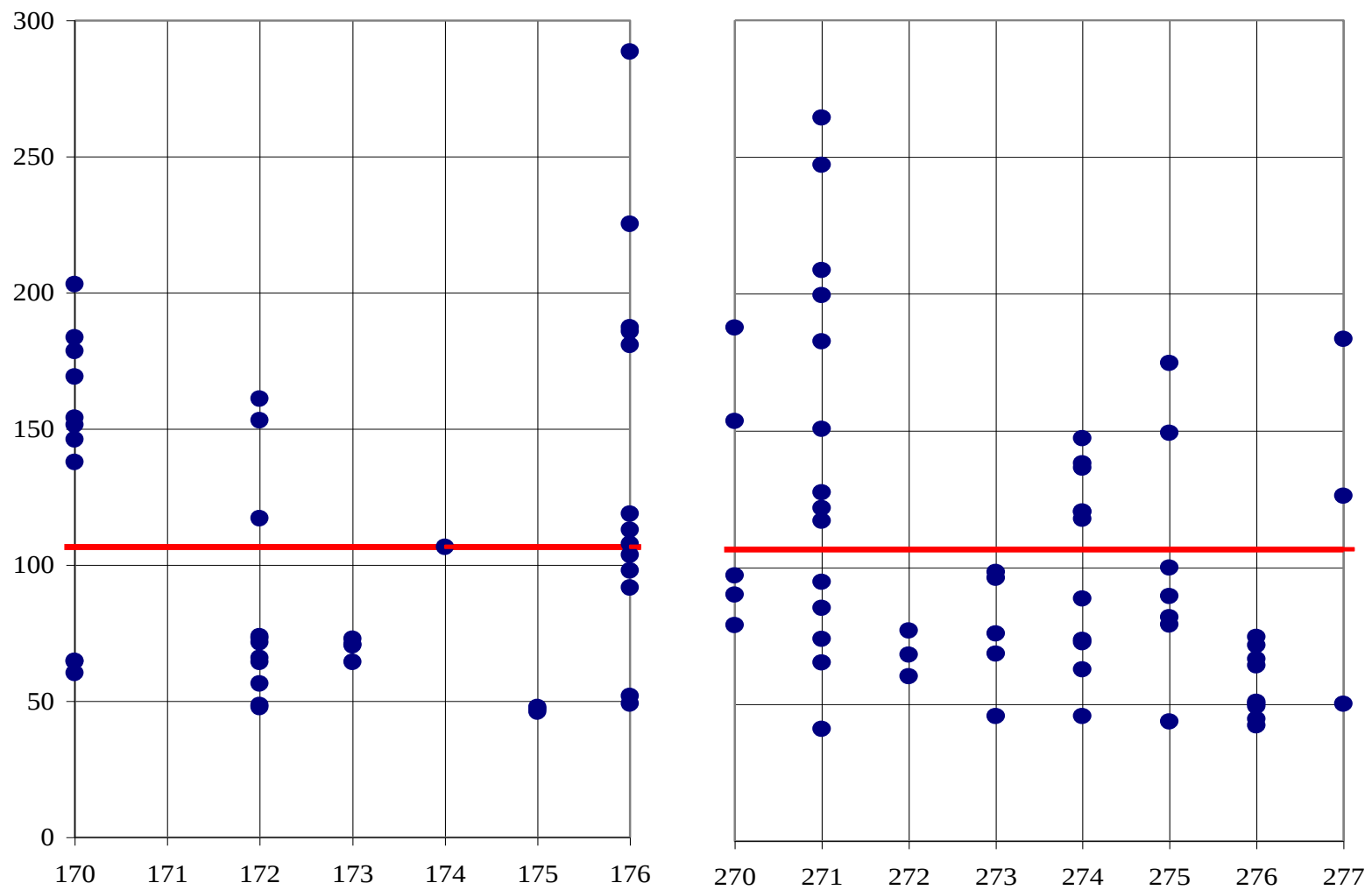


Рис.2.2. Питомі витрати палива машинами на трасі № 1, г/(т*км)

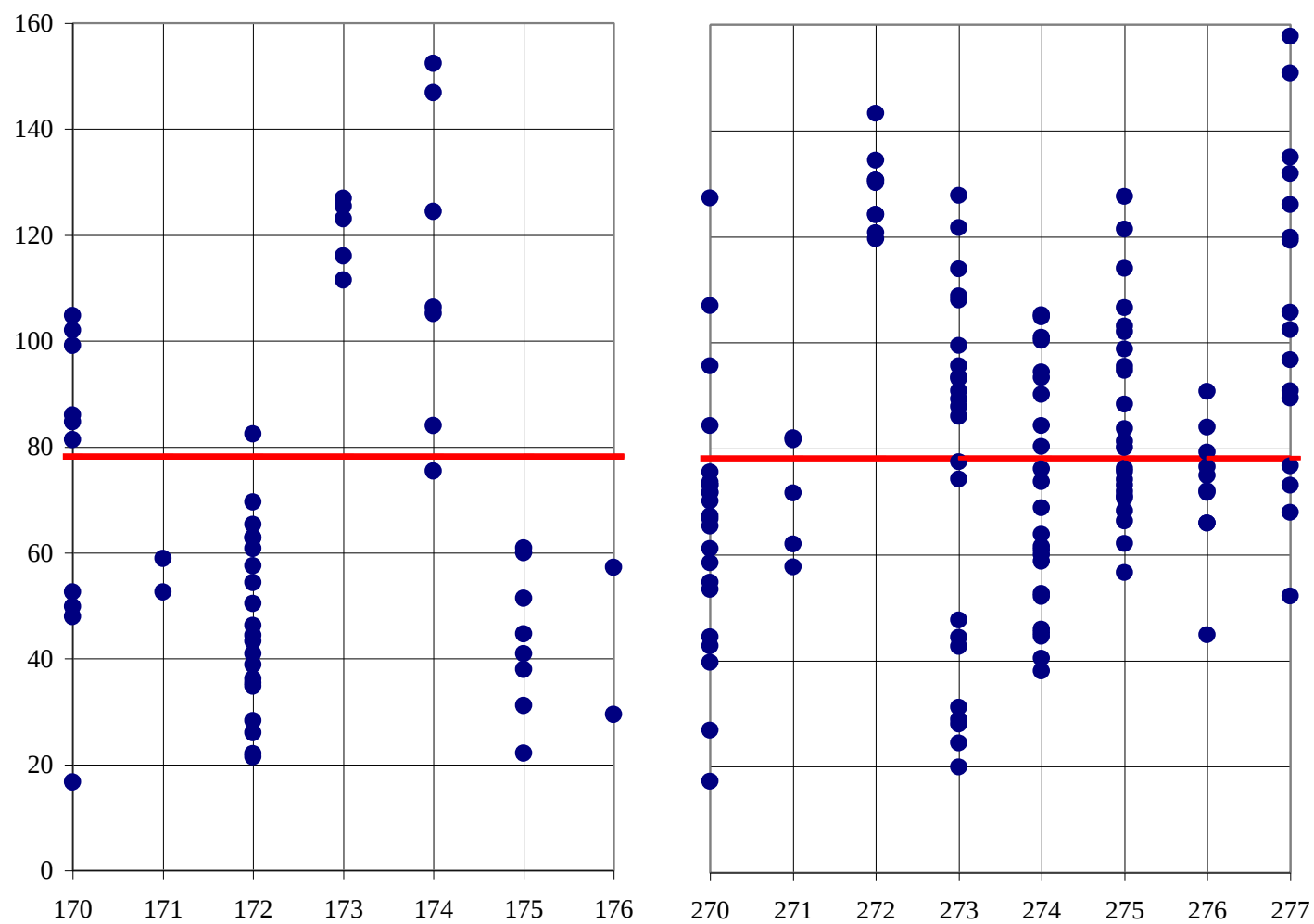


Рис.2.3. Питомі витрати палива машинами на трасі № 2, г/(т*км)

На третій трасі, яка характеризується середньою довжиною та висотою транспортування в 1,5 рази меншою за середню машини показали наступні результати (рис. 2.4). Найнижчі витрати палива у машини № 171, вона зовсім не їздила по цій трасі, № 273 та № 272, найвищі – у машин № 174, 277 та 274. Найбільше розходження витрат палива у машини № 277, від 20 до 143 г/(т*км). Кращою серед машин можна вважати машину № 272 у якої витрати палива практично в 2 рази менші за середні по трасі. Наступною по економічності можна вважати машину № 170, але кількість виконаних нею трьох їздок не задовольняє критеріям достовірності.

На трасі № 4, одній з найдовших та з другій по висоті транспортування, в основному працювали машини другої колони (рис. 2.5). При середній витраті палива на трасі у 63,41 г/(т*км) машини показали від 20 до 140 г/(т*км). Машина № 172 не вийшла за межі середнього показника, а машини 174 та 175 показали витрати палива більше на 5...110%, останнє може бути пояснено мінімальною кількістю їздок цими машинами, водії не знайомі з трасою, тому показали найгірші результати. Найбільшу кількість їздок виконала машина № 270, яка показувала стабільно низькі витрати палива, але й ця машина в окремих їздках суттєво (до 80%) перевищила середню межу. Найкращі результати на даній трасі показала машина № 273, яка стабільно показувала результат на рівні 60-70% від середніх витрат.

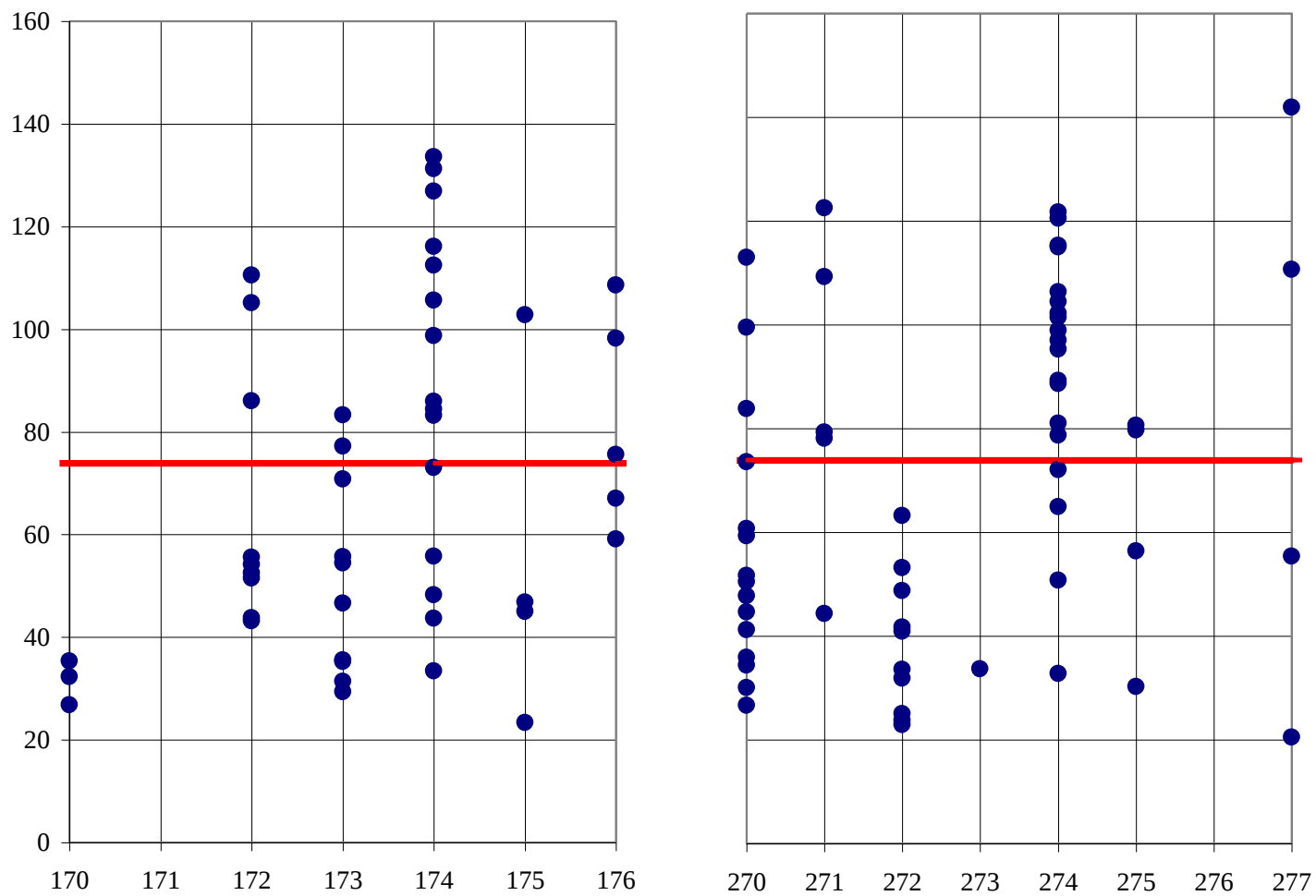


Рис.2.4. Питомі витрати палива машинами на трасі № 3, г/(т*км)

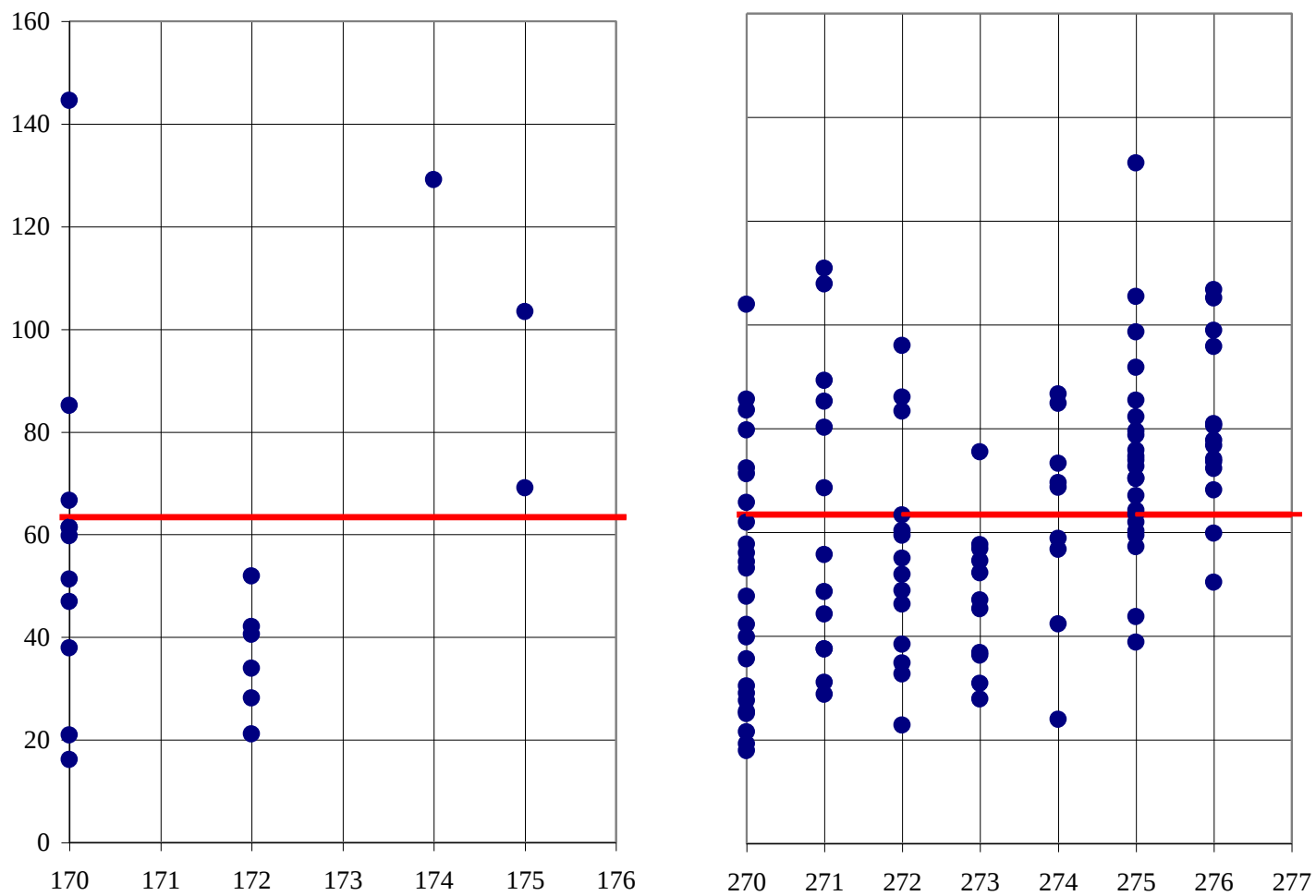


Рис.2.5. Питомі витрати палива машинами на трасі № 4, г/(т*км)

На трасі № 5, яка є однією з найкоротших з найменшою висотою транспортування, середні питомі витрати палива складають 93,6 г/(т*км) (рис. 2.6), що майже в 1,5 рази більше чим на попередній одній з найдовших трас. Це ще раз підтверджує, що маневри суттєво впливають на витрати палива. На цій трасі стабільні ефективні показники мають машини № 173 та 276, середня витрата палива знаходиться на рівні 70...75 г/(т*км), що на 20...25% нижче за середні. Найбільш нестабільно працювали машини № 172, розбіжність у витратах палива від 40 до 290 г/(т*км) та № 174 і 176, розбіжність у витратах палива від 50 до 250 г/(т*км).

На трасі № 6, яка має висоту транспортування близьку до середньої та довжину на 20% меншою за середню можна було б очікувати показники близькі до середніх або на 15...20% вищими, але фактична середня витрата палива у 136,9 г/(т*км) (рис. 2.7) вище за середню на 31%. Стабільно гарні показники мають машини № 274, 275 та 276 у яких витрати палива знаходяться у межах 90...100 г/(т*км). Машини № 176 та 277 мають витрати пального на 25...35% вищими за середні.

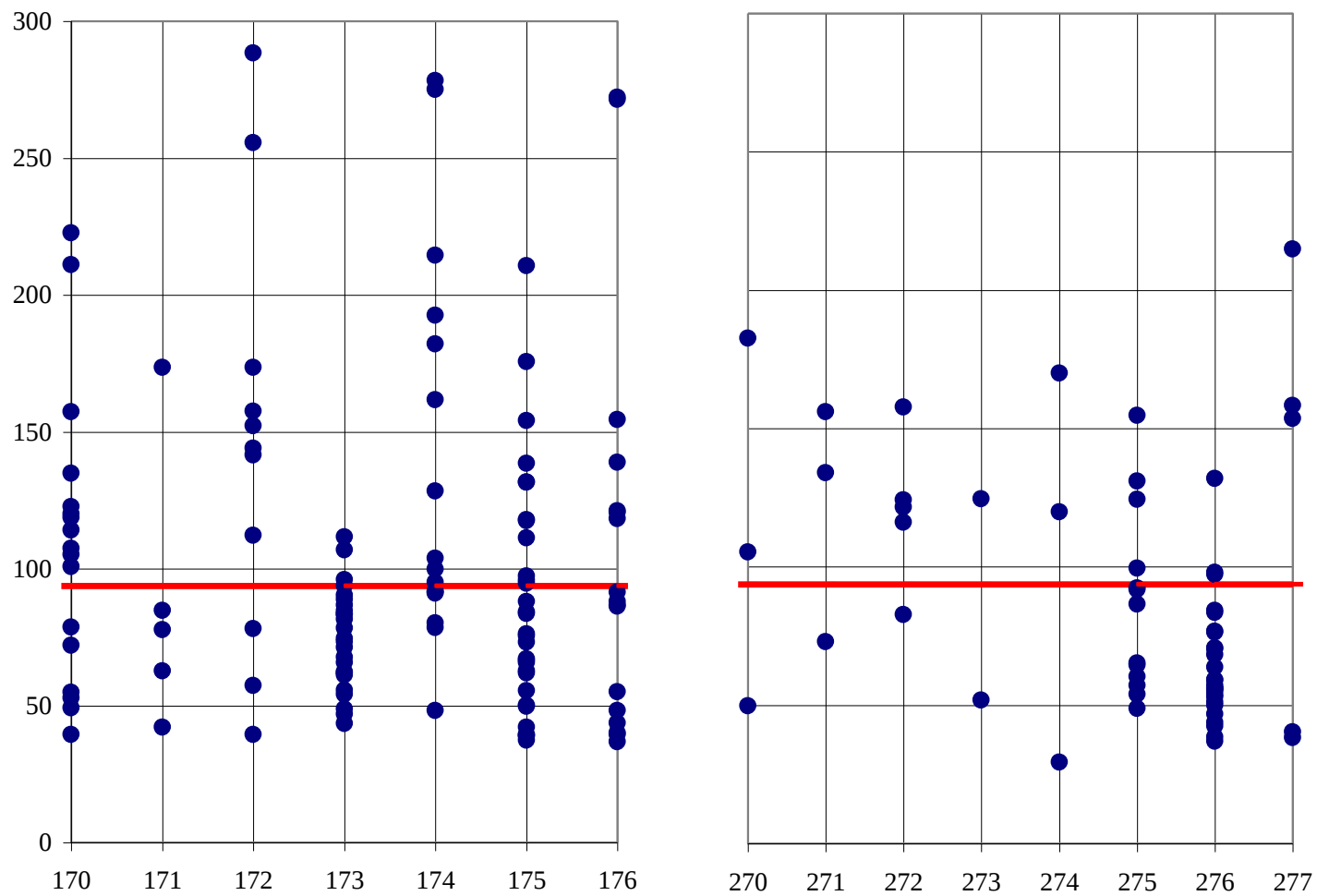


Рис.2.6. Питомі витрати палива машинами на трасі № 5, г/(т*км)

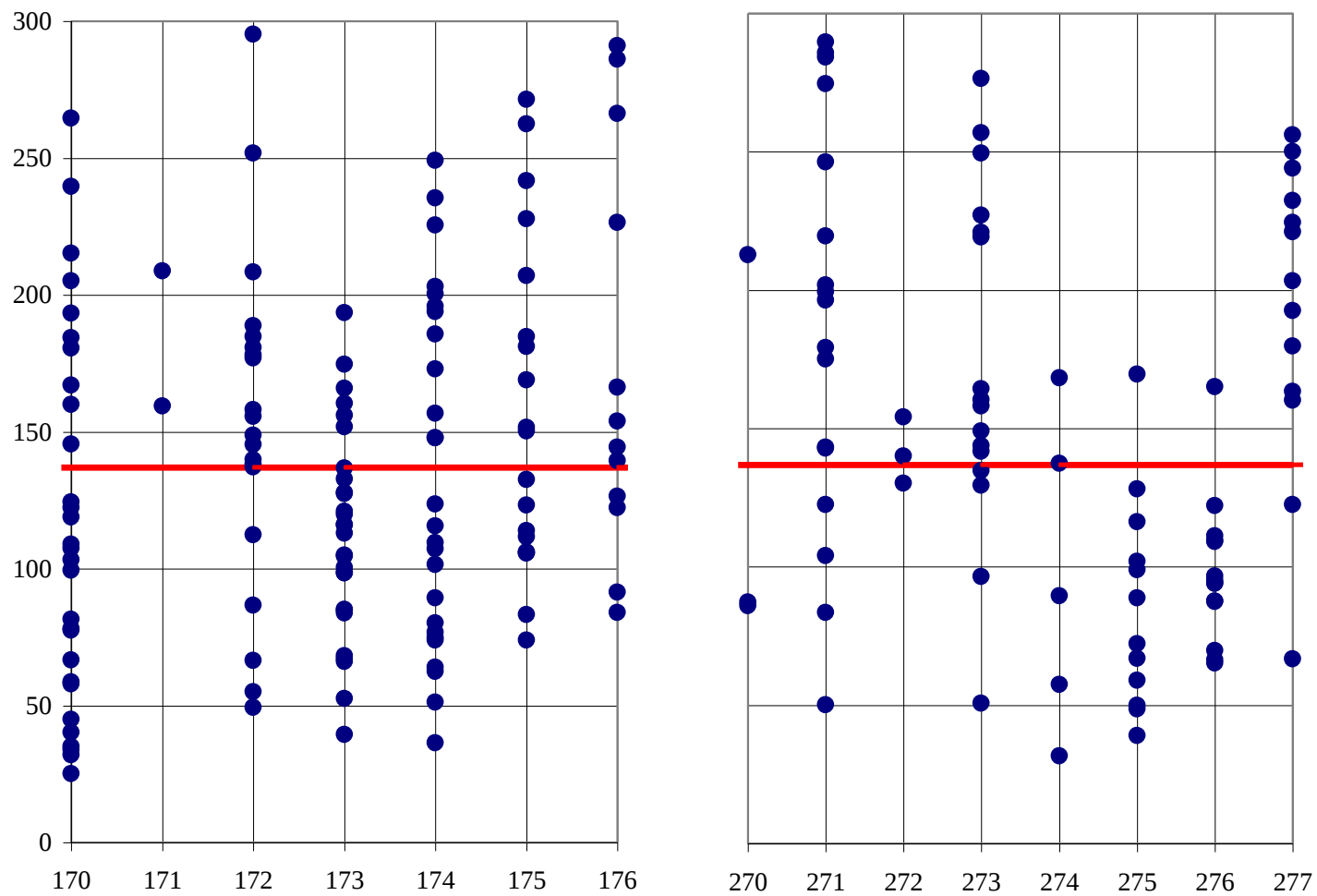


Рис.2.7. Питомі витрати палива машинами на трасі № 6, г/(т*км)

На трасі № 7, яка по своїм параметрам одна з найближчих до середньої траси кар'єру, фактична середня витрата палива у 94,8 г/(т*км) близька до середньої. Хоча відрізняється дана траса відрізняється від попередньої траси більшою на 20% висотою транспортування витрати палива на ній значно (на 32%) менші. Враховуючи те, що пункт розвантаження у трас № 6 та 7 однаковий, то збільшення витрат палива може обумовлюватись складними гірничотехнічними та дорожніми умовами у пункті навантаження екскаватора №28. Як і на трасі № 6 стабільно гарні показники мають машини № 275 та 276 у яких витрати палива знаходяться у межах 70...80 г/(т*км). Машини № 174, 170 та 271 мають витрати пального на 35...40% вищими за середні. Самою стабільною машиною на даній трасі є № 276.

Траса № 8 одна з найкоротших трас з висотою транспортування в двічі меншою за середню та уклін меншим за середній на 30%. Кількість виконаних їздок обмежує достовірність результатів, але основні результати роботи машин наступні. Питома витрата палива по трасі менша за середню на 10%. Всі машини вклалися в двократну межу витрати палива. Найкращі показники мають машини № 275 та 276. Сама нестабільна машина № 172.

.

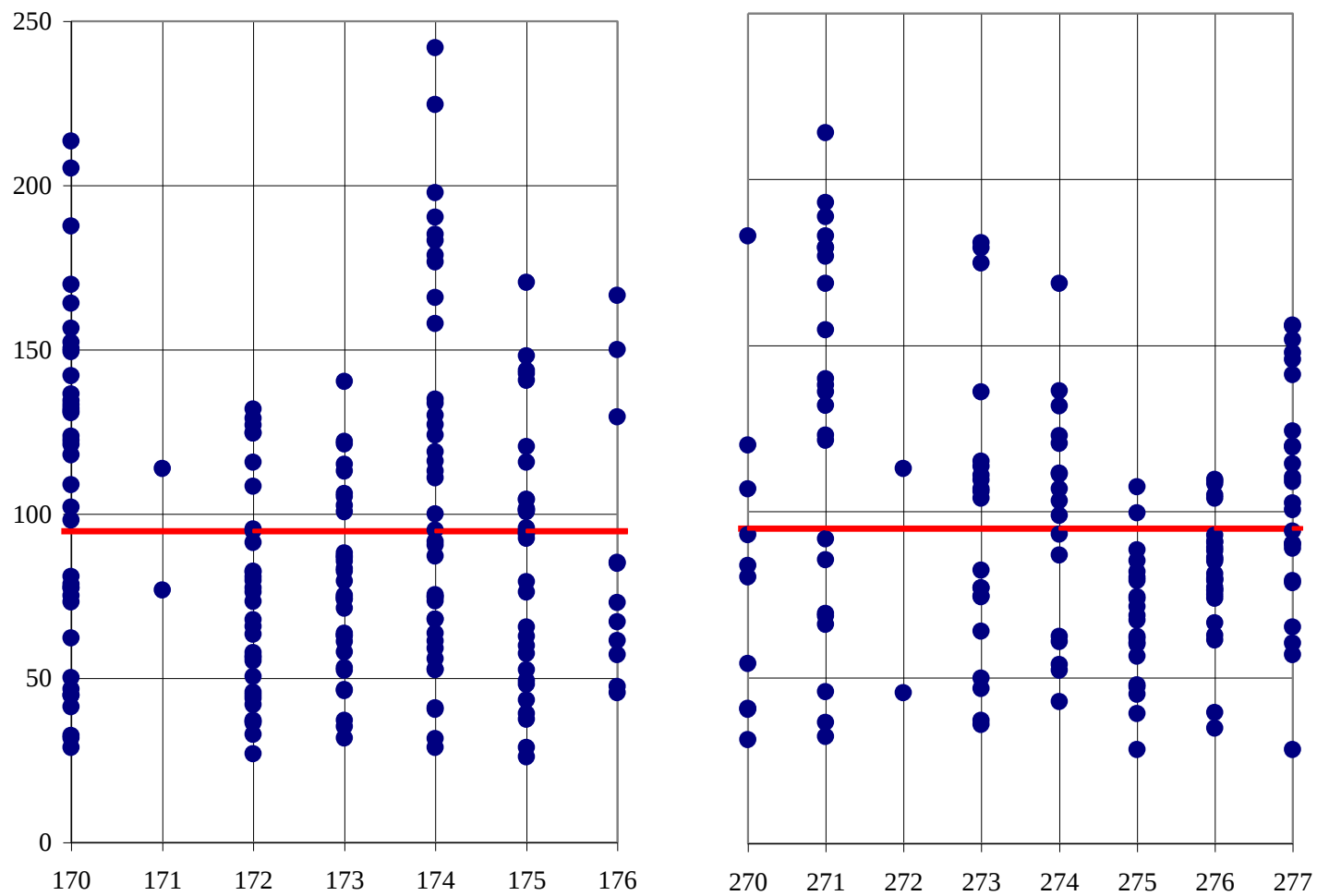


Рис.2.8. Питомі витрати палива машинами на трасі № 7, г/(т*км)

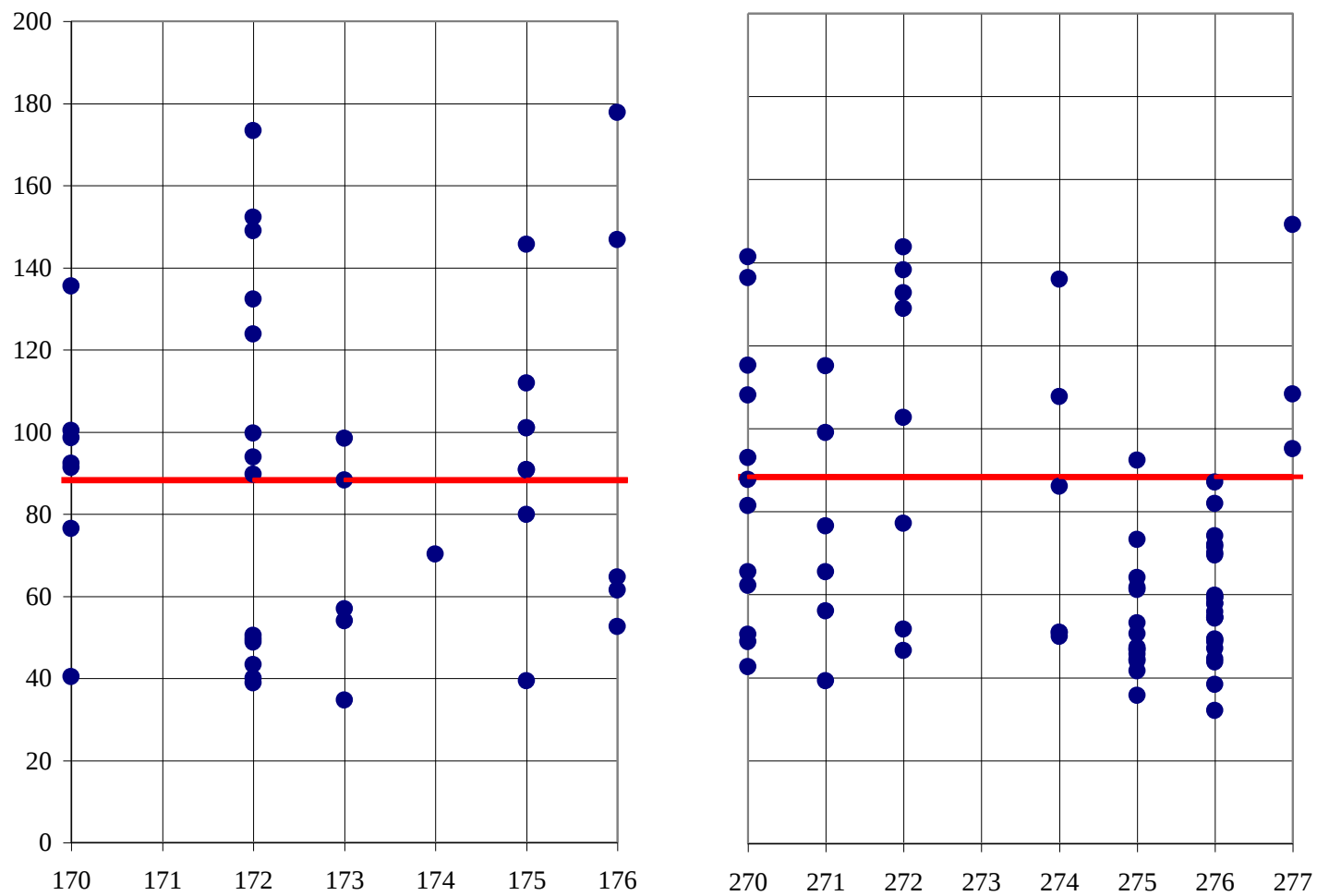


Рис.2.9. Питомі витрати палива машинами на трасі № 8, г/(т*км)

Траса № 9 має довжину практично в 2 рази меншу за середню при рівних уклонах, тому порівняння показників даної траси з середніми найбільше може свідчити про вплив маневрів на витрати палива. Середні витрати палива по даній трасі у 120,6 г/(т*км) на 24% перевищують середні показники. Результати роботи машин дають де що дивну картину (рис.2.10), машини колони №1 мають велику розбіжність у витратах палива, їх значення сконцентровані вище середнього рівня, а витрати палива машинами колони №2 більш стабільні та знаходяться на рівні 50...60% середніх по трасі витрат палива. Найкращі результати мають машини № 270, 271 та 276, найгірші – машини № 172, 175, 176.

Траса №10 має довжину близьку до середньої при найбільшому по розглянутим трасам уклоні. На даній трасі за звітній період виконано найменшу кількість їздок, тому отримані результати мають приблизний характер, але вони все ж характеризують дану трасу як трасу з мінімумом маневрів. Це можна пояснити меншою середньої витратою палива у 108,8 г/(т*км) у порівнянні з трасою №6, яка має таку саму довжину, менший уклін, але витрати палива значно перевищують по трасі № 10. Мала кількість даних не дозволяє більш-менш достовірно виділити кращі машини, але все таки показники машин № 175 та 275 переважають над іншими.

.

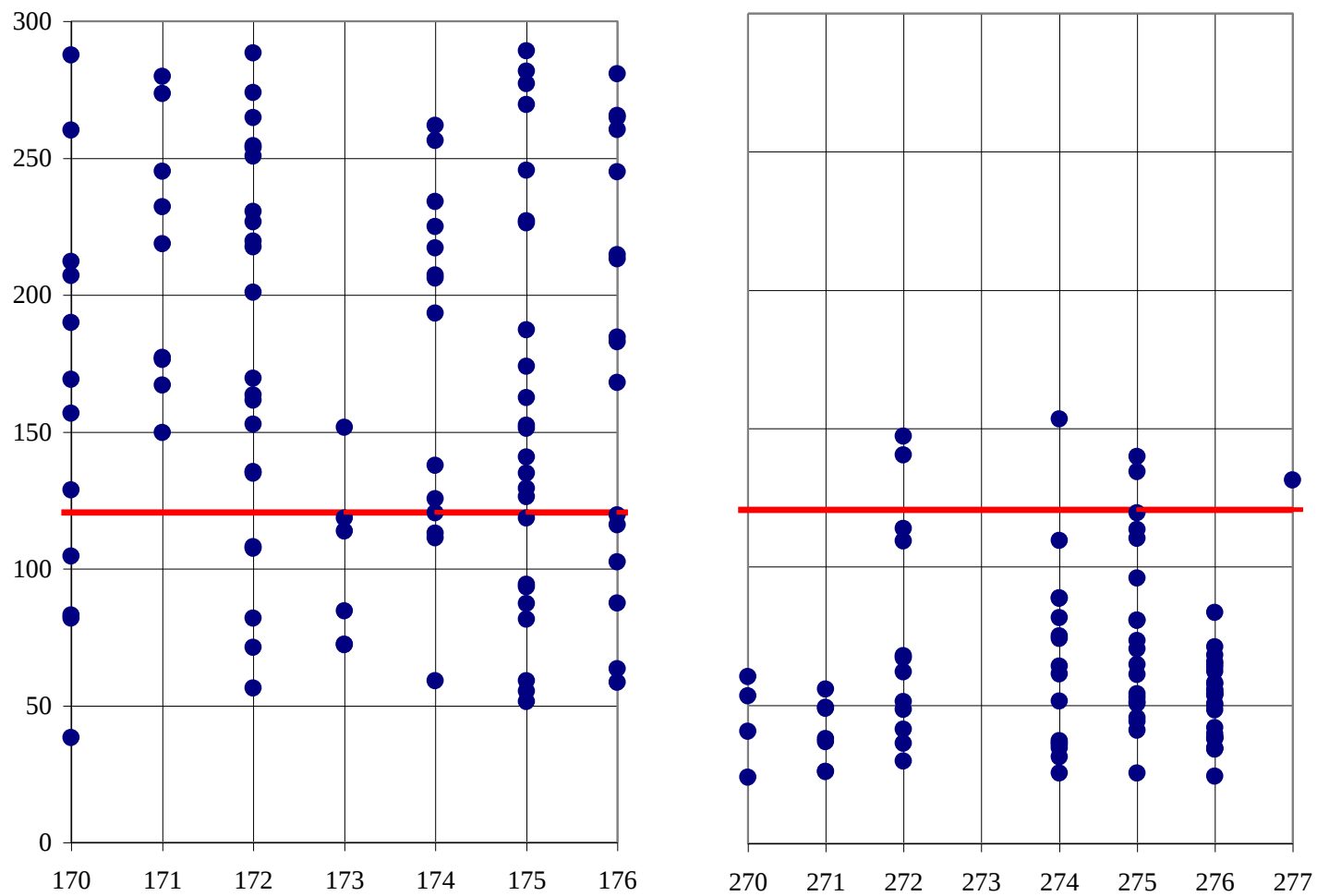


Рис.2.10. Питомі витрати палива машинами на трасі № 9, г/(т*км)

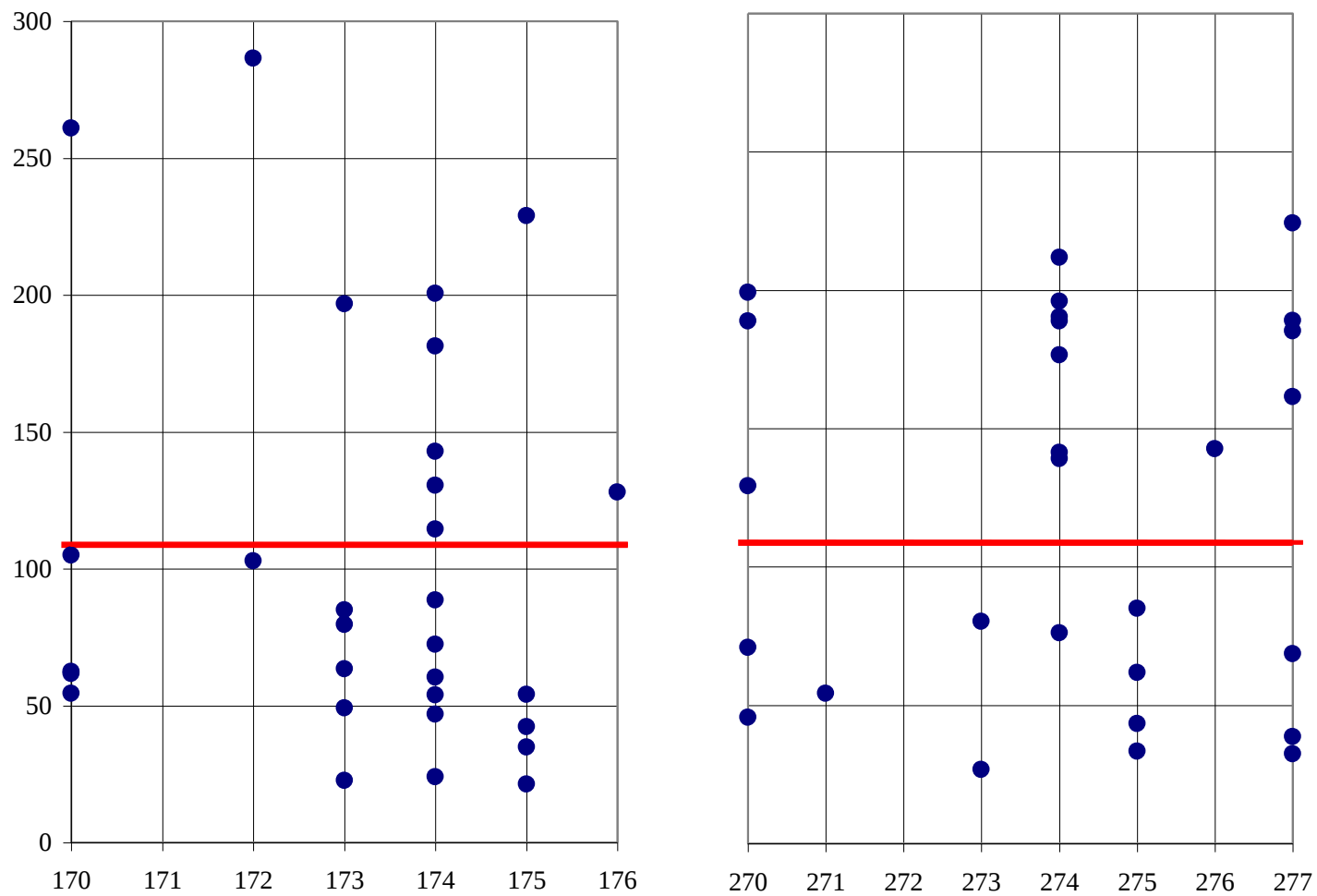


Рис.2.11. Питомі витрати палива машинами на трасі № 10, г/(т*км)

Траса № 11 є одною з найглибших трас кар'єру, її довжина близька до середньої, а уклон – до максимального, але є площадки, розміри яких достатні для маневрування кар'єрних самоскидів, мінімальна кількість поворотів, тому й питомі витрати палива на даній трасі 88,3 г/(т*км) одні з найнижчих по трасам. Відносно прості умови транспортування руди обумовлюють стабільні показники роботи всіх машин, основна маса результатів припадає на 30% інтервал від середнього значення, тому серед кращих складно виділити один-два самоскиди. Най нестабільні результати на даній трасі показують машини № 170, 277 та 274.

Траса № 12 сама глибока траса кар'єру має параметри практично однакові з середніми по кар'єру, довжину 2,59 (середня 2,77) при однаковому уклоні в 0,035%. При однакових параметрах траси з середніми питома витрата палива на даній суттєво (на 27%) нижче за середню. Як і на попередній трасі результати показані машинами дуже щільні, що може обумовлюватися простими умовами руху, мінімумом маневрів та максимумом прямих діляниць руху. Кращі машини № 275 та 276.

На основі отриманих даних по трасам руху була спроба встановити залежність витрат палива від уклону. Згідно літературних даних [4, 7, 8] така залежність повинна показувати зростання витрат палива при зростанні уклону. Отримані точки на графіку (рис.2.14) не відображають теоретичну залежність, що вкотре підтверджує тезу, що маневри оказують суттєвий вплив на витрати палива. При розрахунках витрат палива недостатньо враховувати тільки довжину траси та уклон, необхідно вносити якісь корективи на складність траси.

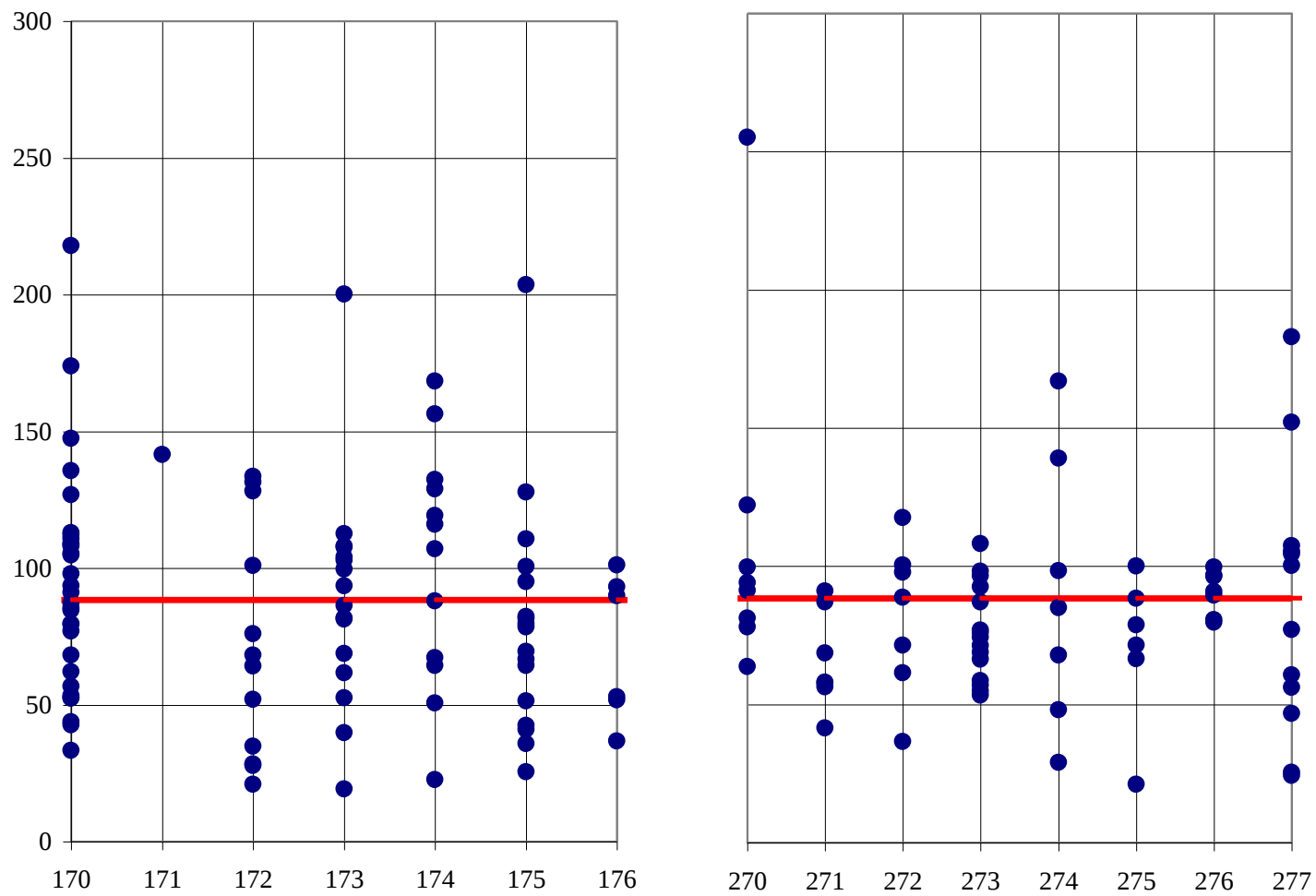


Рис.2.12. Питомі витрати палива машинами на трасі № 11, г/(т*км)

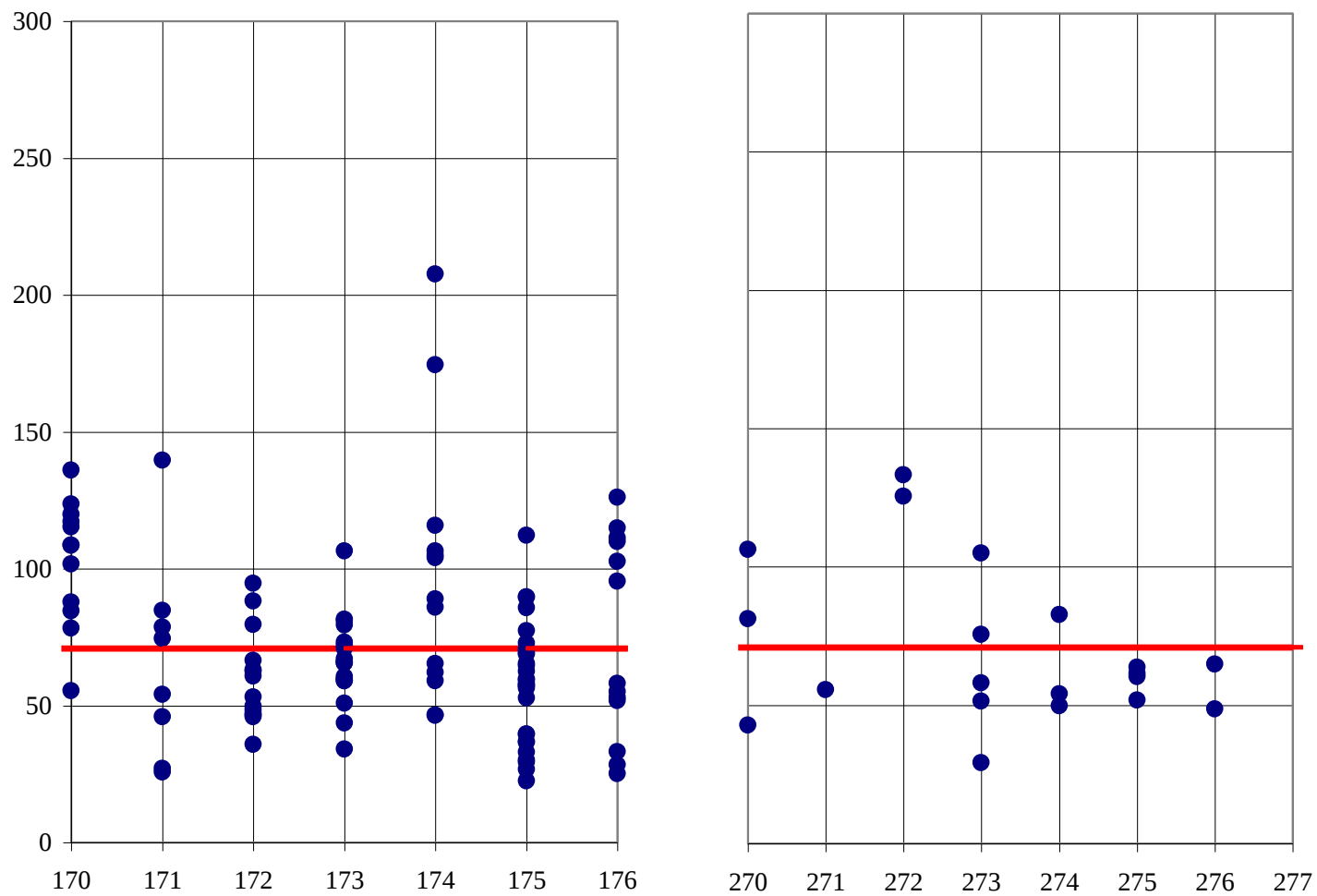


Рис.2.13. Питомі витрати палива машинами на трасі № 12, г/(т*км)

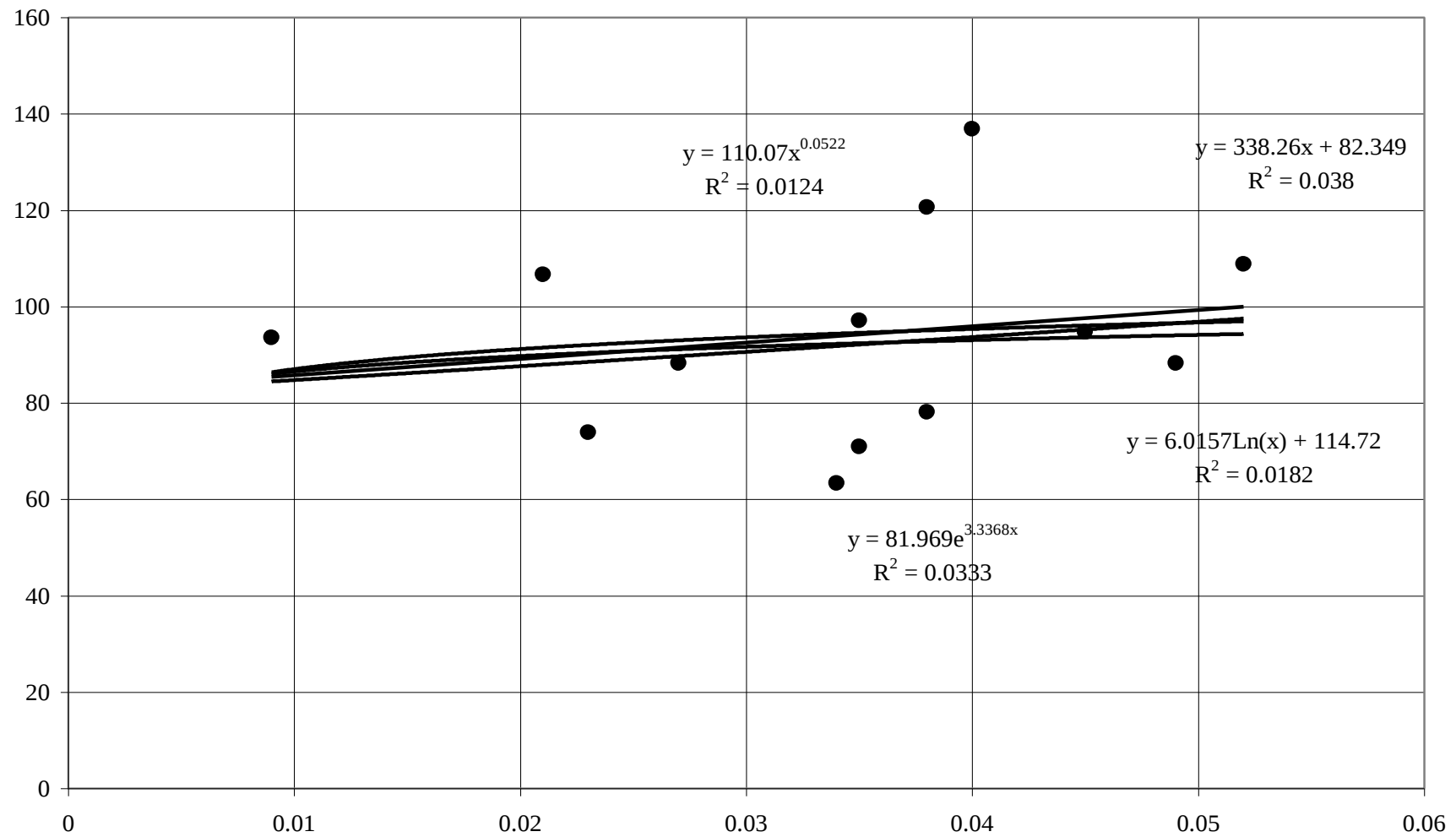


Рис.2.14. Зміна питомих витрат палива г/(т*км) від уклону траси (%) з лініями тренду та рівняннями, що їх описують

3 ВИСНОВКИ

В результаті досліджень параметрів роботи кар'єрних самоскидів БЕЛАЗ-75131 в умовах кар'єру ВАТ Інгулецький ГЗК встановлено, що в середньому машини вантажопідйомністю 130 т перевозять 129, 7 т на відстань 2,77 км при уклоні 0,033, при цьому витрачають 97,10 г/(т*км) і виконують транспортної роботи за їздки з вантажем 357,2 т*км або за годину - 1450 т*км/год.

Встановлено, що розбіжність у витратах палива на одній трасі однією машиною сягаю 2-3 разів. На кожній з 12 вибраних трасах руху визначені кар'єрні самоскиди, які показують кращі результати. Аналіз руху таких самоскидів дозволить рекомендувати оптимальні по витратам палива або продуктивності режими руху по ділянцям трас, що забезпечить підвищення ефективності експлуатації кар'єрного автотранспорту.

Встановлено, що на деяких трасах існує суттєве (до 40% у порівнянні з середніми показниками) перевищення витрат палива, що може обумовлюватися великою кількістю маневрів на невеликих швидкостях зі збільшеною витратою пального. З метою підвищення ефективності транспортного процесу рекомендується виконати аналіз профілю трас руху на предмет зменшення кількості маневрів, або рекомендувати водіям використовувати прийоми маневрування, що показують кращі водії.

Результати досліджень показали, що при розрахунках витрат палива недостатньо враховувати тільки довжину траси та уклон, необхідно вносити якісь корективи на складність траси.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Блок контроля загрузки СКЗ-02.01 руководство по эксплуатации 4042-001-45397667-00РЭ.- БелАЗ.- 2005.
2. Бондарев И.Ф. 130-тонные самосвалы БелАЗ в карьерах России // Горная промышленность.- 2002.- №6.- с.18
3. Варакин В.Б. Опыт эксплуатации техники БелАЗ в карьерах горнодобывающих предприятий Казахстана //Горный журнал .-2004.- Специальный выпуск.-С.72-73.
4. Зырянов И.В., Цымбалова А.Н. Показатели работы технологического автотранспорта на карьерах АК"Алросса"/Горный журнал.- 1999.-№5.с.73-75.
5. Инструкция по инсталлированию системы контроля загрузки на автосамосвал БелАЗ-75131.- БелАЗ.- 2015.
6. Инструкция по проведению тарировочных работ датчика уровня топлива УТ-90.- БелАЗ.- 2015.
7. Инструкция пользователя по работе с программой CurTest.- БелАЗ.- 2015.
8. Инструкция пользователя по работе с программой SkzMan.- БелАЗ.- 2015.
9. Казарез А.Н. Кулешов А.А. Эксплуатация карьерных автосамосвалов с электромеханической трансмиссией. -М.: Недра, 1988.-264 с.
10. Карьерные самосвалы БЕЛАЗ-75131, БЕЛАЗ-75132. Руководство по эксплуатации 7513-3902015 РЭ.- БелАЗ.- 2017.
11. Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы / П.Л. Мариев, А.А.Кулешов , А.Н.Егоров та ін.; Под. ред. П.Л. Мариев, - СПб: Наука, 2004. – 429с.
12. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління : Підручник. – К.: Знання – Прес, 2004/ - 478с.

13. Могунов Н.И. , Якушев А.С. Использование карьерной техники БелАЗ в ОАО Лебединский ГОК // Горный журнал .- 2004.- Специальный выпуск. – С.76 .
14. Монастирський Ю.А. Как готовят водителей карьерных самосвалов//Спецтехника. -2006. -№5. –С.68-70.
15. Монастырский Ю. А. Эксплуатация и сервисное обслуживание карьерной техники «БЕЛАЗ» в Украине / Монастырский Ю. А. // Горный журнал. – 2013. – № 1. – С. 78-80.
16. Руководство по сбору данных для осуществления тарировки топливного бака системы контроля загрузки и топлива (СКЗиТ) к\с Белаз 75131. .- БелАЗ.- 2015.
17. Руководство по техническому обслуживанию СКЗиТ.- БелАЗ.- 2005.
18. Руководство по эксплуатации системы контроля загрузки СКЗ-02.01.- БелАЗ.- 2015.
19. Система контроля загрузки СКЗ-02.01 карьерных самосвалов БелАЗ. Реферат.- БелАЗ.- 2015.
20. Система контроля загрузки СКЗ-02.01 карьерных самосвалов БелАЗ. Аннотация .- БелАЗ.- 2005.
21. Смоляков В.И. Большегрузные самосвалы БелАЗ в ОАО ХК «Кузбассразрезуголь» // Горная промышленность .- 2002.- №6.- с.45
22. Сучасний стан технологічного автотранспорту залізорудних кар'єрів / Ю.А. Монастирський, А.С. Вивчарик, І.В. Бондар, Т.А. Клімів // Сучасні автомобільні розробки України. – Миколаїв, 2015. – С.82-85.
23. Технические и эксплуатационные характеристики выпускаемой продукции: справочник / ОАО «БЕЛАЗ». Под общей редакцией А. Н. Егорова. – Минск: «Белстан», 2014, 496 с.