

УДК 629.42:629.4.054, 625.28

ББК 39.232

**О. С. Абляимов**

**Ташкент, Узбекистан**

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОЧНОЙ РАБОТЫ  
ЭЛЕКТРОВОЗОВ ЗВЛ80<sup>С</sup> НА УЧАСТКЕ КАТТАКУРГАН – НАВОИ  
УЗБЕКСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

Представлены результаты обоснования параметров перевозочной работы трёхсекционных магистральных (поездных) грузовых локомотивов электрической тяги на реальном участке Узбекской железной дороги при движении грузовых поездов без остановок и с остановками на промежуточных станциях, разъездах и отдельных пунктах, а также оценки тягового качества и свойства профиля пути перегонов этого участка. Критерием упомянутой оценки являются приведённые значения общего и удельного расхода электрической энергии на тягу поездов в количественном и денежном исчислении, а также сопутствующие перевозочной работе значения приведённого времени хода поезда в режиме тяги и удельного расхода электрической энергии за поездку. Результаты исследований получены в виде табличных данных и графических зависимостей, опираясь на методы и способы теории локомотивной тяги и значений основных показателей тягово-энергетической эффективности использования исследуемых локомотивов электрической тяги. Результаты исследований рекомендуются для практического применения машинистам-инструкторам и инженерам по теплотехнике, а также другим специалистам линейных предприятий локомотивного комплекса сети узбекских железных дорог, профессиональная и производственная деятельности которых касаются энергетики движения грузовых и пассажирских поездов на реальных и идентичным им виртуальных участках железных дорог.

**Ключевые слова:** исследование, результат, грузовой поезд, движение,

электровоз, железнодорожный путь, участок, метод, эксплуатация, условие, направление, этап, скорость, расчёт, подвижной состав, анализ, холмисто-горный, пункт, разделить, средний, зависимость, обоснование, качество, перегон, профиль, железная дорога.

**UDK 629.42:629.4.054, 625.28**

**ВБК 39.232**

**O. S. Ablyalimov**

**Tashkent, Uzbekistan**

**THE EVALUATION OF TRANSPORTATION EFFICIENCY OF THE 3VL80<sup>S</sup>  
ELECTRIC LOCOMOTIVES ON THE UZBEK RAILWAY DISTRICT  
KATTAKURGAN – NAVOI**

The author introduces the results of rationale for the transportation work parameters of three-section mainline (train) freight electric locomotives on a real Uzbek railway section with non-stop and stop-and-go freight traffic at passing tracks, intermediate stations and intersections, as well as estimation of the traction qualities and properties of the track profile in this area. The criteria for the estimation are adjusted values of overall and specific electrical energy consumption for traction power in the terms of quantity and money as well as accompanying values of adjusted time taken in traction mode and the specific electrical energy consumption for the trip. The research results were received as tabular dates and graphic arts dependences with the use of methods and techniques of locomotive traction theory and the main parameters of traction-energy efficiency of the considered electric locomotives.

The research results are recommended for practical application by engine-drivers-instructors and thermotechnics engineers as well as by other specialists of line enterprises of the locomotive complex of Uzbek railways with professional and productive activities concerning with the issues of energetics of moving the freight and passenger trains on real or virtual railway sections.

**Keywords:** research, result, freight train, movement, electric locomotive, railway track, section, method, exploitation, condition, direction, stage, speed, calcula-

tion, rolling stock, analysis, hilly - mountainous, point, divide, average, dependence, rationale, quality, station-to-station block, profile, railway

## Введение

Сейчас локомотивы электрической тяги составляют приблизительно восемнадцать процентов всего эксплуатируемого локомотивного парка АО «Ўзбекистон темир йўллари» [Абляимов, 2016, с. 16], из которых около семи-десяти процентов приходится на магистральные (поездные) электровозы ВЛ60<sup>К</sup> и ВЛ80<sup>С</sup> в различном секционном исполнении. Причём, электровозами ВЛ80<sup>С</sup> осуществляется приблизительно пятьдесят девять процентов всего фактического объёма железнодорожных перевозок грузов различных по структуре и содержанию на разных по категории сложности участках железных дорог.

Каждая категория сложности участка железнодорожного пути характеризуется крутизной уклонов и протяжённостью элементов профиля пути с учётом их вполне конкретной последовательности расположения. Причём в зависимости от определённого сочетания перечисленного выше для железных дорог, в том числе и узбекских, принято различать следующие четыре типа профиля пути: равнинный, холмистый, холмисто-горный и горный, характеристики которых [Толкачёв, 1979, с. 5] обозначены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика профиля пути участков железных дорог

Тип профиля пути	Характер профиля пути	Доля элементов профиля пути от $-3\text{‰}$ до $+3\text{‰}$ в процентах к общей длине участка	Величина расчётного подъёма, $\text{‰}$
I	равнинный	60	4 – 7
II	холмистый	40 – 60 (включительно)	5 – 9
III	холмисто-горный	30 – 40 (не выше)	7 – 10
IV	горный	30 (не более)	9 – 12 и более

Значения кинематических параметров движения грузовых и пассажирских поездов и величина тягово-энергетических показателей эффективности перевозочной работы локомотивов электрической тяги будут существенно зависеть от типа железнодорожного профиля пути.

В связи с повсеместным переходом узбекских железных дорог на электрическую тягу, практическая реализация теоретических и экспериментальных исследований по разработке рекомендаций и мероприятий, направленных на повышение эффективности использования магистрального (поездного) тягового электрического подвижного состава в различных условиях организации эксплуатации, является актуальной проблемой АО «Ўзбекистон темир йўллари».

Поэтому сотрудники кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство» совместно со специалистами локомотивных депо сети узбекских железных дорог и других смежных структурных подразделений железнодорожной отрасли Узбекистана должны направить весь свой научный, творческий и практический потенциал на решение проблемы по обоснованию параметров основных показателей энергоёмкости и эффективности перевозочной работы тягового электрического подвижного состава.

### **Постановка задачи исследования**

Цель исследований, по существу, направлена на анализ технологии движения грузовых поездов в процессе железнодорожных перевозок грузов разнообразных по содержанию, видам и структуре, в результате реализации которой будут обоснованы параметры основных показателей перевозочной работы магистральных (поездных) грузовых электровозов серии ВЛ80<sup>С</sup> на одном из реальных участков АО «Ўзбекистон темир йўллари». Также, будет изучено влияние реальных условий организации движения грузовых поездов на упомянутые выше показатели и на оценку тягового качества и свойства железнодорожного профиля пути заданного участка.

Для реализации алгоритма сформулированной выше задачи исследований были положены методы и способы [Деев, 1987, с. 118; Кузьмич, 2005, с. 391] теории локомотивной тяги и условия организации перевозочной работы локомотивов с грузовыми поездами максимальной массы составов на спрямлённом профиле пути исследуемого участка железной дороги, а также объект и предмет исследования.

Объектом исследования являются трёхсекционные магистральные (поездные) грузовые электровозы ЗВЛ80<sup>С</sup> и спрямлённый профиль пути участка Каттакурган – Навои АО «Ўзбекистон темир йўллари» с четырьмя железнодорожными перегонами: перегоны Каттакурган – Разъезд № 28, Разъезд № 28 – Зирабулак, Зирабулак – Зиёвуддин и Зиёвуддин – Навои.

Предмет исследования составляют основные показатели перевозочной работы и параметры тягово-энергетической эффективности использования упомянутых электровозов ЗВЛ80<sup>С</sup> с учётом приведённого расхода электрической энергии на тягу поездов в количественном и денежном исчислении на одном из реальных участков узбекских железных дорог.

Конструктивной особенностью трёхсекционных магистральных (поездных) грузовых электровозов ЗВЛ80<sup>С</sup> являются системы [Абляимов, 2017, с. 55], обеспечивающие ступенчатое контакторное регулирование напряжения коллекторных тяговых электродвигателей последовательного возбуждения, электрического реостатного торможения и возможность одновременного управления тремя секциями по системе многих единиц.

Приводим краткую характеристику профиля пути заданного железнодорожного участка Каттакурган – Навои [Абляимов, 2016, с. 19] холмистого направления Самарканд – Навои АО «Ўзбекистон темир йўллари».

Участок Каттакурган – Навои железной дороги длиной 78,75 километров содержит шестьдесят один элемент, а двадцать шесть и тридцать два элемента пути характеризуются изменением крутизны, соответственно, подъёмов от +0,14 до +5,77 ‰ и спусков от -0,12 до -5,37 ‰, и «площадки» – станции Зиёвуддин и Навои, Разъезд № 33.

На железнодорожном участке Каттакурган – Навои расположены две промежуточные станции (ст. Зирабулак и ст. Зиёвуддин) и шесть отдельных пунктов-разъездов (Разъезды № 28, № 29, № 30-33), где ограничение по скорости движения составляет  $V^{ог} = 60$  км/ч (ст. Каттакурган, ст. Зирабулак, Разъезды № 28, 29) и  $V^{ог} = 40$  км/ч (ст. Зиёвуддин). Кроме этого, перегон Каттакурган – Разъезд № 28 имеет два ограничения по скорости движения в  $V^{ог} = 80$  км/ч. При

этом наибольшая скорость движения грузового поезда на упомянутом участке составляет  $V^{\max} = 90 \text{ км/ч}$ .

Тяговое качество и свойство перегонов профиля пути железнодорожных участков оценивают по критерию (показателю) трудности последнего [Аблялимов, 2017, с. 153; Аблялимов, 2015, с. 22] – это приведённые значения общего и удельного расхода электрической энергии на тягу поездов, численно равные частному от деления их количества (величины) на длину в один километр железнодорожного пути. Дополнительно используют следующие приведённые и удельные значения параметров основных показателей перевозочной работы локомотивов электрической тяги, а именно:  $t^*$  – приведённое время хода поезда в режиме тяги,  $a$  и  $c_3$  – соответственно, удельные расход электрической энергии и затраты денежных средств на тягу поездов.

### **Результаты исследования и их анализ**

Предварительно, для грузовых поездов максимальной массы состава  $Q = 3500 \text{ т}$  и числом осей в составе  $m = 200$  осей были определены их кинематические параметры движения и энергетические параметры основных показателей перевозочной работы трёхсекционных магистральных (поездных) электровозов ЗВЛ80<sup>С</sup> на заданном участке Каттакурган – Навои Узбекской железной дороги [Аблялимов, 2017, с. 157]. Вождение упомянутых грузовых поездов организовывалось (осуществлялось) исследуемыми электровозами ЗВЛ80<sup>С</sup> на номинальной позиции контроллера машиниста с обеспечением наибольшего использования мощности силовых энергетических систем и тягового качества локомотива, а также кинетической энергии движения поезда на каждом конкретном реальном элементе профиля пути.

В таблице 2 и таблице 3 приведены значения некоторых кинематических параметров движения грузовых поездов по перегонам участка Каттакурган – Навои АО «Ўзбекистон темир йўллари» с учётом разных режимов работы силовых энергетических систем электровозов ЗВЛ80<sup>С</sup> без остановок и с остановками на промежуточных станциях, разъездах и отдельных пунктах.

Анализ данных таблицы 2 и таблицы 3 показывает, что движение грузовых поездов на заданном участке железной дороги, организованное без остановок на промежуточных станциях, разъездах и отдельных пунктах по отношению к движению с остановками на них, способствует:

- уменьшению общего времени хода поезда на 7,75 мин и увеличению технической скорости движения на 8,93 км/ч при среднем расчётном времени на одну остановку, приблизительно, в 1,94 минуты;
- значениям долей движения на режимах тяги в 29,03 процента, а холостого хода и торможения в 70,97 процента;
- уменьшению доли движения в режимах тяги и увеличению доли движения холостого хода и торможения, приблизительно, на 4,55 процента.

Динамика кинематических параметров и анализ кривых скоростей движения грузовых поездов на заданном участке Каттакурган – Навои свидетельствуют о наличии только ускоренного и замедленного видов движения и подтверждают отсутствие движения с равномерной скоростью.

Таблица 2 – Время хода грузового поезда по перегонам без остановок, а по промежуточным станциям, отдельным пунктам и разъездам на замедление – разгон

№ п/п	Промежуточные станции	Расстояние, км	Время хода, мин	Время на замедление/разгон, мин
1	Каттакурган	-		1,10/0,65
2	Рзд № 28	11,25	9,35	0,85/0,80
3	Зирабулак	16,85	14,20	1,30/1,00
4	Зиёвуддин	27,15	19,00	1,50/1,40
5	Навои	23,50	16,70	1,40/-
6	Каттакурган – Навои	78,75	59,25	1,23/0,96

Таблица 3 – Распределение времени хода грузового поезда по перегонам железнодорожного участка Каттакурган – Навои, электровозы ЗВЛ80<sup>С</sup>

Перегоны	Техническая скорость движения $V_t$ , км/ч	Время хода поезда (без остановок / с остановками), мин		
		по перегону	в режиме	
			тяги	холостого хода и торможения
Каттакурган –	70,07/60,66	9,35/10,80	2,20/3,75	7,15/7,05

Разъезд № 28				
Разъезд № 28 – Зирабулак	60,03/54,65	14,20/15,60	6,30/6,30	7,90/9,30
Зирабулак – Зиёвуддин	85,67/76,78	19,00/21,20	4,40/5,65	14,60/15,55
Зиёвуддин – Навои	85,12/73,28	16,70/19,40	4,30/6,80	12,40/12,60
По участку Каттакурган – Навои	77,19/68,26	59,25/67,00	17,20/22,50	42,05/44,50

В таблице 4, опираясь на данные [Абляимов, 2016, с. 18], приведены вычисленные значения общего (полного) и удельного расхода электрической энергии электровозами ЗВЛ80<sup>С</sup> в количественном и денежном исчислении, которая затрачивается в процессе реализации движения грузового поезда с максимальной массой состава по перегонам участка Каттакурган – Навои АО «Ўзбекистон темир йўллари». Индекс звёздочка \* – это удельные затраты денежных средств (удельная стоимость электрической энергии) с учётом налога на добавленную стоимость (НДС).

Таблица 4 – Расход электрической энергии и затраты денежных средств при движении грузовых поездов по перегонам участка Каттакурган – Навои, электровозы ЗВЛ80<sup>С</sup>

№ п/п	Перегоны	На промежуточных станциях, разъездах и раздельных пунктах					
		без остановок			с остановками		
		общий (полный) за поездку <i>A</i> , кВт-ч	удельный за поездку <i>a</i> , Вт-ч/ткм брутто	удельные денежные затраты <i>c</i> <sub>3</sub> , тыс. сўм/км	общий (полный) за поездку <i>A</i> , кВт-ч	удельный за поездку <i>a</i> , Вт-ч/ткм брутто	удельные денежные затраты <i>c</i> <sub>3</sub> , тыс. сўм/км
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Каттакурган – Разъезд. № 28	414,45	10,84	3,304 3,963*	595,60	15,58	4,748 5,695*
2	Разъезд. № 28 – Зирабулак	998,18	20,07	6,115 7,334*	1009,55	20,30	6,185 7,418*
3	Зирабулак – Зиёвуддин	773,46	8,14	2,481 2,977*	893,37	9,41	2,866 3,438*
4	Зиёвуддин – Навои	675,74	8,15	2,482 2,977*	1031,06	12,43	3,788 4,543*
5	Каттакурган – Навои	2861,83	10,73	3,268 3,920*	3529,58	13,23	4,030 4,834*

На данном этапе исследований с грузовыми поездами максимальной массы состава и одинаковым числом осей были получены следующие значения кинематических и энергетических параметров некоторых основных показателей перевозочной работы трёхсекционных магистральных (поездных) грузовых электровозов ЗВЛ80<sup>С</sup> на участке Каттакуртан – Навои Узбекской железной дороги:

- усреднённое расчётное время хода грузового поезда без остановок на перегонах по промежуточным станциям, разъездам и отдельным пунктам составляет приблизительно 14,81 минуты;

- усреднённое расчётное время хода грузового поезда с остановками на перегонах и суммарное на разгон-замедление по промежуточным станциям, разъездам и отдельным пунктам составляет, соответственно, приблизительно 16,75 и 2,19 минуты;

- вождение грузовых поездов без остановок на промежуточных станциях, разъездах и отдельных пунктах, по сравнению с аналогичным вождением с остановками на последних, обеспечивает снижение расхода электрической энергии, в среднем, приблизительно на 18,92 процента;

- расход электрической энергии для одной остановки на промежуточных станциях, разъездах и отдельных пунктах составляет, приблизительно, 222,58 кВт·ч, а на один разгон – замедление он равен 166,94 кВт·ч;

- удельный расход электрической энергии на одну остановку составляет приблизительно 0,937 Вт·ч/т км брутто;

- усреднённая величина общего (полного) и удельного расходов электрической энергии для каждого перегона участка, соответственно, составляет 882,39 кВт·ч и 3,312 Вт·ч/т км брутто – движение с остановками на промежуточных станциях, разъездах и отдельных пунктах, а также 715,43 кВт·ч и 2,682 Вт·ч/т км брутто – движение без остановок на последних;

- среднее значение усреднённой величины общего (полного) и удельного расходов электрической энергии для двух видов движения на каждом пе-

регионе участка, соответственно, составляет приблизительно 798,91 кВт·ч и 2,997 Вт·ч/т км брутто;

– усреднённая величина полных и удельных затрат по денежным средствам для каждого перегона участка, соответственно, составляет 76,804 тыс. сўм и 1,007 тыс. сўм / км (с учётом НДС – 92,122 тыс. сўм и 1,208 тыс. сўм / км) – движение с остановками на промежуточных станциях, разъездах и раздельных пунктах, а также 62,273 тыс. сўм и 0,817 тыс. сўм / км (с учётом НДС – 74,687 тыс. сўм и 0,980 тыс. сўм / км) – движение без остановки на последних;

– среднее значение усреднённой величины полных и удельных затрат по денежным средствам для двух видов движения на каждом перегоне участка, соответственно, составляет приблизительно 69,538 тыс. сўм и 0,912 тыс. сўм / км, а с учётом НДС – 83,404 тыс. сўм и 1,094 тыс. сўм / км.

Далее проводим обоснование тягового качества и свойства профиля пути перегонов, исследуемого участка Каттакурган – Навои АО «Ўзбекистон темир йўллари», опираясь на данные первого этапа исследований.

На рисунках 1 и 2 в виде графических зависимостей показаны параметры критерия трудности и сложности профиля пути участка Каттакурган – Навои Узбекской железной дороги и значения основных показателей перевозочной работы трёхсекционных магистральных (поездных) грузовых электровозов ЗВЛ80<sup>С</sup>, сопутствующие железнодорожным перевозкам грузов. По оси ординат обозначено: расход электрической энергии на тягу поездов, соответственно, приведённый общий (полный)  $A^*$ , приведённый удельный  $a^*$  и удельный  $a$ , а также приведённое время движения грузового поезда в режиме тяги  $t_T^*$  и удельные денежные затраты  $c_3$  за поездку.

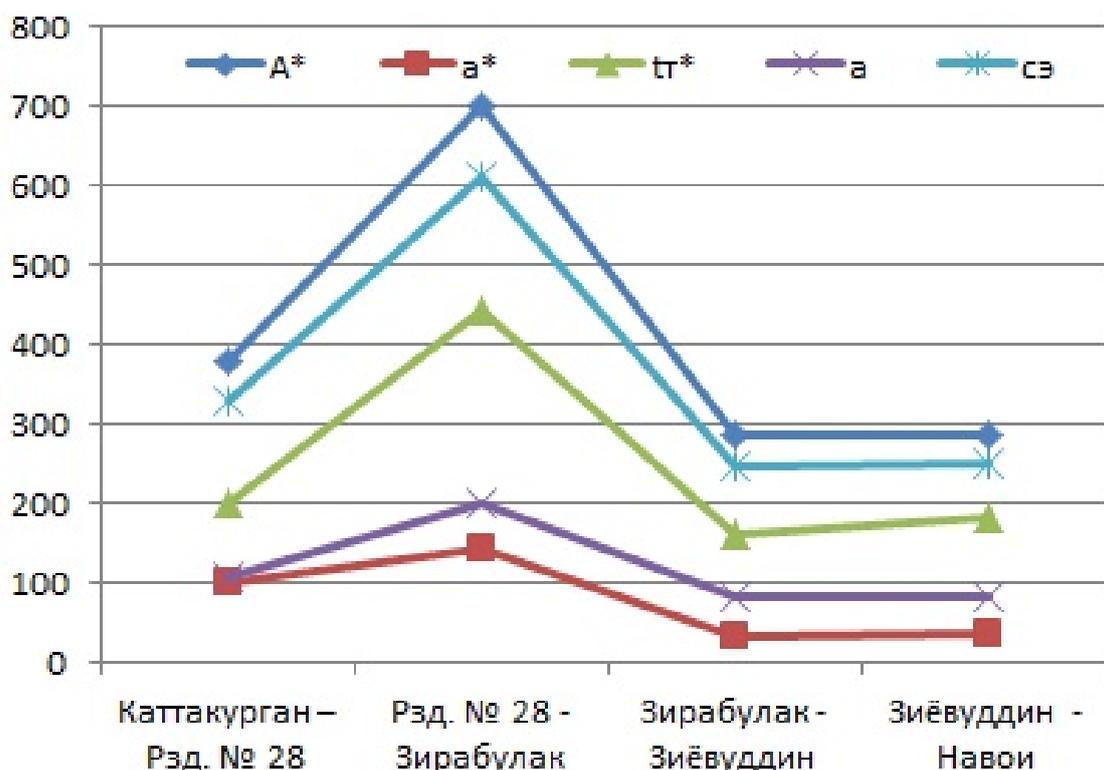


Рисунок 1 – Графики показателей эффективности использования электровозов ЗВЛ80<sup>С</sup> на участке Каттакурган – Навои, движение без остановок

Приведённые значения параметров основных показателей тягово-энергетической эффективности перевозочной работы, исследуемых электровозов ЗВЛ80<sup>С</sup> на участке Каттакурган – Навои АО «Ўзбекистон темир йўллари», были увеличены, соответственно, в десять, сто и тысячу раз для показателей  $A^*$  и  $a$ , показателя  $t_t^*$  и показателей  $a^*$  и  $c_3$ , с целью более качественной иллюстрации графических зависимостей на рисунке 1 и данных гистограммы на рисунке 2.

Анализируя упомянутые выше графические зависимости, значения критерия трудности и сложности профиля пути участка Каттакурган – Навои АО «Ўзбекистон темир йўллари» и приведённые параметры основных показателей перевозочной работы трёхсекционных магистральных (поездных) грузовых электровозов ЗВЛ80<sup>С</sup>, характеризующие исследуемое движение грузовых поездов с максимальной массой состава и одинаковым числом осей, приходим к следующему убеждению. Перегон Разъезд № 28 – Зирабулак является самым (наиболее) трудным, перегон Каттакурган – Разъезд № 28 – средний по трудности, а перегоны Зирабулак – Зиёвуддин и Зиёвуддин – Навои – лёгкие.

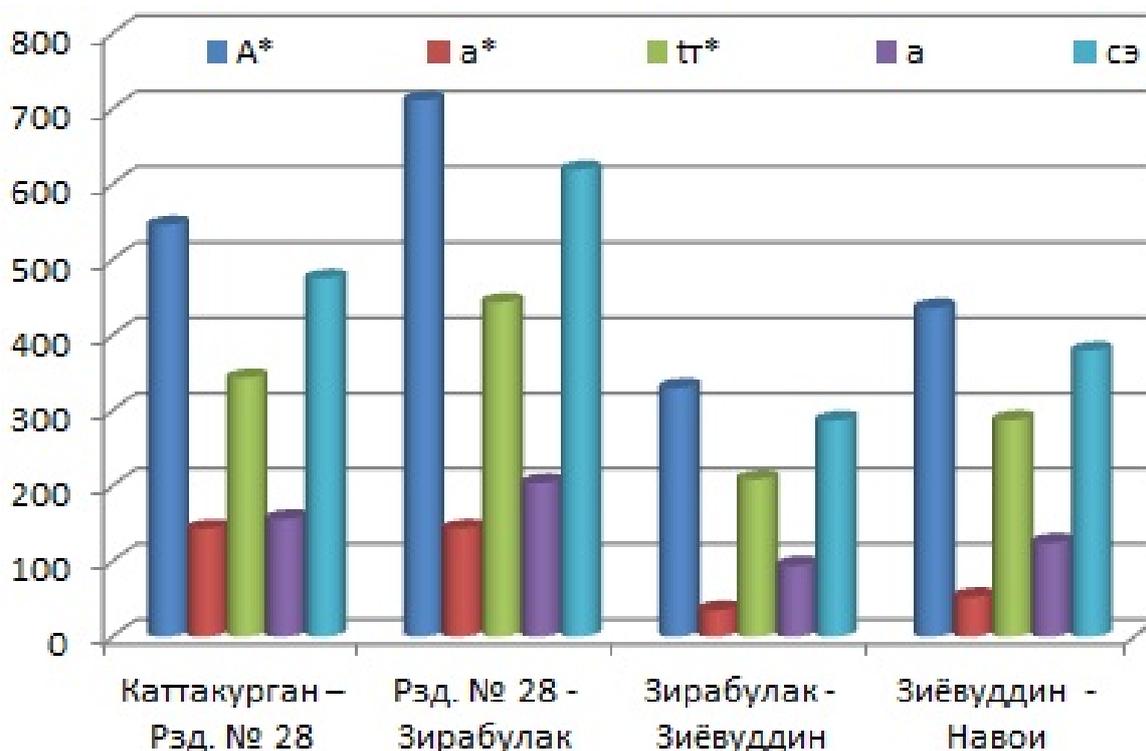


Рисунок 2 – Гистограмма показателей эффективности использования электровозов ЗВЛ80<sup>С</sup> на участке Каттакурган – Навои, движение с остановками

Ниже приводим распределение приведённых значений основных показателей энергетической эффективности исследуемых электровозов ЗВЛ80<sup>С</sup> по каждому перегону участка Каттакурган – Навои АО «Ўзбекистон темир йўллари» в процессе организации движения грузовых поездов с максимальной массой состава и одинаковым числом осей.

Отношение величины приведённого расхода электрической энергии общего ( $A^*$ , кВт·ч/км) к удельному ( $a^*$ , Вт·ч/т км брутто: км) на каждом конкретном перегоне участка Каттакурган – Навои составляет:

- на перегоне Разъезд. № 28 – Зирабулак – это 70,25/1,413 и 71,05/1,429 единиц, соответственно, при движении без остановок и с остановками на промежуточных станциях, разъездах и отдельных пунктах;
- по перегону Каттакурган – Разъезд. № 28 – это 37,96/0,993 и 54,55/1,427 единиц, соответственно, при движении без остановок и с остановками по промежуточным станциям, разъездам и отдельным пунктам;
- на двух других перегонах Зирабулак – Зиёвуддин и Зиёвуддин – Навои происходит колебание от 28,51/0,301 до 28,52/0,344 единиц – движение

без остановок и от 32,0/347 до 43,52/0,525 единиц для движения с остановками на промежуточных станциях, разъездах и отдельных пунктах.

Таким образом, динамика изменения значений приведённого расхода электрической энергии общего  $A^*$  и удельного  $a^*$  на тягу поездов свидетельствует о корректности сказанного выше по отношению сложности и трудности каждого перегона железнодорожного профиля пути участка Каттакурган – Навои АО «Ўзбекистон темир йўллари».

### **Заключение**

Получены значения кинематических параметров движения грузовых поездов с максимальной массой составов и одинаковым числом осей и параметров основных показателей эффективности перевозочной работы трёхсекционных магистральных (поездных) грузовых электровозов серии ЗВЛ80<sup>С</sup> при различных условиях организации железнодорожных перевозок грузов на участке Каттакурган – Навои АО «Ўзбекистон темир йўллари».

Определены значения критерия тягового качества и свойства перегонов железнодорожного профиля пути на реальном участке Узбекской железной дороги.

Параметры кинематических и энергетических показателей эффективности исследуемых магистральных (поездных) грузовых электровозов показали достаточно высокую сходимость с результатами работ [Абляимов, 2016, с. 36; Абляимов, 2016, с. 109; Абляимов, 2017, с. 19 и другие] и поэтому могут характеризовать перевозочный процесс в реальных условиях организации грузового движения на заданном (принятом) участке железной дороги.

Результаты проведённых исследований рекомендуются специалистам цеха эксплуатации локомотивного депо Бухара АО «Ўзбекистон темир йўллари» с целью оценки и анализа трудности и сложности профиля пути и трассы холмисто-горного направления железнодорожной линии Самарканд – Навои – Бухара. А также для мониторинга эффективности перевозочной работы исследуемых электровозов на этой части узбекских железных дорог с учётом стоимости железнодорожных перевозок различных по содержанию и структуре грузов.

## Библиографический список

1. *Аблялимов О. С.* Исследование перевозочной работы электровозов ЗВЛ80<sup>С</sup> на холмисто-горном участке АО «Ўзбекистон темир йўллари» // Вестник транспорта Поволжья. 2016. № 5 (59). С. 15 – 22.
2. *Аблялимов О. С.* Исследование эффективности перевозочной работы тепловозов ЗТЭ10М и тяговые качества профиля пути участка Мароканд – Навои в условиях эксплуатации // Сборник материалов I-й международной научно-практической конференции «Транспортные интеллектуальные системы – 2017» (TIS-2017). СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения Императора Александра I, 2017. С. 150 – 161.
3. *Аблялимов О. С.* К эффективности использования электровозов ЗВЛ80<sup>С</sup> на холмисто-горном участке железной дороги [Текст] / *О. С. Аблялимов, З. З. Ергашев, Т. М. Турсунов* // Вторая международная научно-практическая конференция «Повышение энергетической эффективности наземных транспортных систем». Омск : Омский гос. ун-т путей сообщения, 2016. С. 105 – 111.
4. *Аблялимов О. С.* Оценка эффективности перевозочной работы тепловозов 4ТЭ10М и тяговых качеств профиля пути участка Кумкурган – Ташгузар в условиях эксплуатации // Вестник транспорта Поволжья. 2015. № 1(49). С. 17 – 24.
5. *Аблялимов О. С.* Оценка эффективности перевозочной работы электрического тягового подвижного состава на холмисто-горном участке железной дороги // Crede experto: транспорт, общество, образование, язык. 2017. № 4. С. 54 – 69.
6. *Деев В. В.* Тяга поездов: учебное пособие для вузов / *В. В. Деев, Г. А. Ильин, Г. С. Афонин*. М.: Транспорт, 1987. 264 с.
7. *Кузьмич В. Д.* Теория локомотивной тяги: учебник для вузов железнодорожного транспорта / *В. Д. Кузьмич, В. С. Руднев, С. Я. Френкель*. М.: Маршрут, 2005. 448 с.
8. *Толкачёв А. В.* Основы тяги поездов / *А. В. Толкачёв, Э. С. Ушаков, В.П. Свйазев* // Методические указания по выполнению дипломного и курсового проектирования по тяге поездов Ташкент : Ташкентский ин-т инж. ж.-д. транспорта, 1979. 30 с.
9. *Ablyalimov O. S.* The profile track traction qualities of Marokand-Navoi railway district of Uzbek railways by diesel locomotive operation [Text] / *O. S. Ablyalimov, M. I. Khismatulin* // Республиканская научно-техническая конференция «Транспортная логистика. Мультимодальные перевозки». Ташкент : Ташкентский ин-т инж. ж.-д. транспорта., 2017. С. 17 – 20.
10. *Ablyalimov O. S.* The profile track traction qualities of section Marokand-Navoi railway section of «Uzbekistan railways» JSC railways by diesel traction [Text] / *O. S. Ablyalimov* // Республиканская научно-техническая конференция с участием зарубежных учёных «Ре-

сурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте». Ташкент : Ташкентский ин-т инж. ж-д. транспорта, 2016. С. 34 – 37.

## Reference

1. *Abljalimov O. S.* Research of transport operations of 3VL80<sup>S</sup> electromotives on a hilly and mountainous railway section of JSC «Ўзбекистон темир йўллари» / Scientific and technical journal «Bulletin of Volga region transport» / Samara state railway university. Samara, 2016. № 5 (59). P. 15–22.
2. *Abljalimov O. S.* Research of transportation efficiency of 3ТЭ10М locomotives and traction properties of Marokand-Navoi railway section under operating conditions // Sourcebook of the I international scientific practical conference “Transport Intellectual Systems – 2017” (TIS-2017) / Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University. – St. Petersburg, 2017. P. 150 – 161.
3. *Abljalimov O. S.* Concerning the efficiency of 3ВЛ80<sup>C</sup> electric locomotives use on a hilly and mountainous section of railway [Text] / *O. S. Ablyalimov, Z. Z. Ergashev, T. M. Tursunov* // The II international scientific practical conference «Increase of energetic efficiency of ground transport systems» / Omsk State Railway University. – Omsk, 2016. P. 105 – 111.
4. *Abljalimov O. S.* Estimate of 4ТЭ10М locomotives transportation efficiency and traction properties of Kumkurgan – Tashguzar section profile under operating conditions [Text] / *O. S. Ablyalimov* // Scientific and technical journal “Bulletin of the Volga transport” / Samara State Railway University. – Samara, 2015. № 1(49). P. 17 – 24.
5. *Abljalimov O. S.* Evaluating the efficiency of transport operation of an electric tractive rolling – stock on a hilly-mountainous railway section [Text] / *O. S. Ablyalimov* // «Crede Experto: transport, society, education, language». 2017. № 4. P. 54 – 69.
6. *Deev V. V.* Train traction / *V. V. Deev, G. A. Il'in, G. S. Afonin* // Textbook for higher education institutions. M.: Transport, 1987. 264 p.
7. *Kuz'mich V. D.* Locomotive traction theory: coursebook for railway higher educational institutions [Text] / *V. D. Kuz'mich, V. S. Rudnev, S. YA. Frenkel'*. – M.: Marshrut, 2005. 448 p.
8. *Tolkachyov A. V.* Fundamentals of train traction [Text] / *A. V. Tolkachyov, E. S. Ushakov, V.P. Sviyazev* // Methodological guidance for fulfilling the graduation and term projects on train traction / Tashkent Institute of Railway Transport Engineers. – Tashkent, 1979. 30 c.
9. *Ablyalimov O. S.* The profile track traction qualities of Marokand-Navoi railway district of Uzbek railways by diesel locomotive operation [Text] / *O. S. Ablyalimov, M. I. Khismatulin* // Republican scientific practical conference “Transport logistics. Multimodal transportations” / Tashkent Institute of Railway Transport Engineers. Tashkent, 2017. P. 17 – 20.

10. *Ablyalimov O. S.* The profile track traction qualities of section Marokand-Navoi railway section of «Uzbekistan railways» JSC railways by diesel traction [Text] / *O. S. Ablyalimov* // Republican scientific practical conference with the participation of foreign scientists “Resources-saving technologies on railway transport” / Tashkent Institute of Railway Transport Engineers. Tashkent, 2016. P. 34 – 37.