

**УДК 629.42:629.4.054, 625.28**

**ББК 39.235**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВОЗОВ ЗТЭ10М  
НА УЧАСТКЕ КАТТАКУРГАН – НАВОИ АО «ЎЗБЕКИСТОН  
ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ»**

**О. С. Абляимов**

**кандидат технических наук, старший научный сотрудник**

**Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта**

**Ташкент, Узбекистан**

**[o.ablyalimov@gmail.com](mailto:o.ablyalimov@gmail.com), [i.gulzarova@gmail.com](mailto:i.gulzarova@gmail.com)**

Представлены результаты исследований по анализу и оценке эффективности использования трёхсекционных магистральных (поездных) грузовых тепловозов ЗТЭ10М на участке Каттакурган – Навои узбекских железных дорог при движении грузовых поездов без остановок на промежуточных станциях, разъездах и отдельных пунктах. Приведены параметры основных показателей перевозочной работы исследуемых тепловозов ЗТЭ10М в виде табличных данных и графических зависимостей, которые были получены посредством методов теории локомотивной тяги и обозначены уравнения регрессии для определения численных значений упомянутых показателей в принятом нами диапазоне изменения массы состава грузовых поездов. Результаты исследований рекомендуются специалистам цеха эксплуатации локомотивного депо Бухара для разработки практических мероприятий, направленных на повышение топливно-энергетической эффективности использования трёхсекционных магистральных (поездных) грузовых тепловозов ЗТЭ10М в реальных условиях организации железнодорожных перевозок грузов разных по структуре, типу и содержанию

на холмисто-горном участке Каттакурган – Навои АО «Ўзбекистон темир йўллари».

**Ключевые слова:** оценка, результат, грузовой поезд, движение, тепловоз, участок, метод, эксплуатация, условие, скорость, расчёт, подвижной состав, анализ, холмисто-горный, пункт, зависимость, обоснование, перегон, железная дорога.

**STUDY OF THE OPERATION OF THE 3TE10M DIESEL  
LOCOMOTIVES ON THE KATTAKURGAN – NAVOI DISTRICT OF  
«UZBEKISTON TEMIR RAILWAYS» JSC**

**O. S. Ablyalimov**

**Candidate of Technical Sciences, senior staff scientist**

**Tashkent Institute of Railway Transport Engineers**

**Tashkent, Uzbekistan**

**[o.ablyalimov@gmail.com](mailto:o.ablyalimov@gmail.com), [i.gulzarova@gmail.com](mailto:i.gulzarova@gmail.com)**

The article presents the investigation results of analysis and evaluation of the efficiency of 3TE10M three-sectional main freight electric locomotives (trains) used on the Kattakurgan – Navoi district of Uzbek railways with non-stop freight traffic at intermediate stations, passing tracks and interstations. The basic indicators of transportation work of 3TE10M electric locomotives are shown as tabular dates and curves which were received using the methods of the locomotive-traction theory. The regression equations to find the numerical values of the indicators within the accepted range of mass variation of freight trains are identified.

The research results are recommended to exploitation department experts of the Bukhara locomotive depot for developing the practical activities directed to the rise of energy and fuel efficiency of using the 3TE10M three-sectional main freight electric locomotives (trains) in real conditions of organizing the rail transportation of goods different in composition, type and content on the hilly – mountainous Kattakurgan – Navoi district of «Uzbekiston railways» JSC.

**Keywords:** evaluation, result, freight train, movement, diesel locomotive, district, method, exploitation, condition, speed, calculation, rolling – stock, analysis, hilly - mountainous, point, dependence, substantiation, stage, railway.

## **Введение**

Актуальной задачей железнодорожной отрасли Узбекистана является повсеместное повышение эффективности использования магистральных (поездных) тепловозов в разнообразных условиях эксплуатационной работы тягового подвижного состава на разных по сложности участках узбекских железных дорог.

Исследуемый холмисто-горный участок узбекских железных дорог по характеристикам элементов профиля пути относится к третьему типу [Абляимов, 2018, с. 37], так как доля элементов от  $-3\text{‰}$  до  $+3\text{‰}$ , включая "площадки" – станции Зиёвуддин, Навои и Разъезд № 33, в процентах к общей длине участка составляет около сорока процента.

Кроме этого, несмотря на интенсивную электрификацию железнодорожных участков АО «Ўзбекистон темир йўллари», немалая часть грузового и пассажирского видов движения организуется локомотивами дизельной тяги – тепловозы серии ТЭ10М в различном секционном исполнении и тепловозы серии ТЭП70 БС. При этом, на первые приходится приблизительно семьдесят процентов всех секций магистрального тепловозного парка железнодорожной отрасли Узбекистана [Абляимов, 2015, с. 3].

Поэтому изучение топливно-энергетической эффективности магистрального тепловозного парка АО «Ўзбекистон темир йўллари» на холмисто-горных участках железных дорог, опираясь на рациональные режимы работы силовых энергетических установок локомотивов в условиях эксплуатации, продолжает оставаться одним из приоритетных направлений теоретических исследований кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство» ТашИИТа.

## **Постановка задачи исследования**

Исследования проведены с целью обоснования параметров основных показателей перевозочной работы магистральных (поездных) грузовых тепловозов серии ТЭ10М при движении грузовых поездов без остановок на промежуточных станциях, разъездах и отдельных пунктах на одном из реальных участков железной дороги АО «Ўзбекистон темир йўллари».

Объект исследования составили трёхсекционные магистральные грузовые тепловозы серии 3ТЭ10М и спрямлённый профиль пути железнодорожного участка Каттакурган – Навои холмисто-горного направления Мароканд – Навои АО «Ўзбекистон темир йўллари».

Предмет исследования – кинематические параметры движения грузовых поездов и основные показатели перевозочной работы исследуемых грузовых тепловозов с учётом параметров топливно-энергетической эффективности их в количественном и денежном исчислении на заданном (принятом) холмисто-горном участке железнодорожного пути.

Поставленная цель исследований была реализована путём выполнения серии тяговых расчётов, опираясь на исходные данные [Абляимов, 2016, с. 128; Абляимов, 2017, с. 152] и рекомендации [Деев, 1987, с. 229; Кузьмич, 2005, с. 237] теории локомотивной тяги, для трёх разных условий организации перевозочного процесса на заданном холмисто-горном участке Каттакурган – Навои АО «Ўзбекистон темир йўллари».

Следует отметить, что железнодорожные перевозки грузов различных типов и видов организовывались магистральными (поездными) грузовыми тепловозами 3ТЭ10М без остановок на промежуточных станциях, разъездах и отдельных пунктах с разными массами составов в диапазоне от  $Q_1 = 2500$  т до  $Q_3 = 3500$  т, но одинаковым числом осей в составе равном  $m = 200$  осей.

## **Результаты исследования и их анализ**

В таблице 1 и на рисунке 1 приведены, соответственно, численные значения и графические зависимости разных вариантов ведения грузовых

поездов тепловозами 3ТЭ10М по перегонам участка Каттакурган – Навои при движении без остановок на промежуточных станциях, разъездах и отдельных пунктах в принятом диапазоне изменения их массы составов.

Таблица 1 – Основные показатели перевозочной работы тепловозов 3ТЭ10М по перегонам участка Каттакурган – Навои, движение без остановок

Вариант тягового расчета	Условия перевозочной работы			Время хода поезда, мин			Расход дизельного топлива			Затраты денежных средств	
	масса состава $Q$ , т	число осей $m$ , осей	техническая (ходовая) скорость движения, $V_T$ , км/ч	общее $t_{\text{п}}$	в режиме тяги $t_t$	в режиме холостого хода и торможения $t_{\text{хх,т}}$	общий	удельный		полные $C_T$ , тыс. с\ум	удельные $c_T$ , тыс. с\ум/км
							за поездку $E$ , кг	натурного топлива $e$ , кг/10 <sup>4</sup> ткм брутто	условного топлива $e_y$ , кг/10 <sup>4</sup> ткм брутто		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Перегон Каттакурган – Разъезд. № 28, $L = 11,25$ км (11,269 км)											
1	2500	200	63,19	10,70	3,60	7,10	98,814	35,07	50,15	174,94	15,524
2	3000	200	61,47	11,00	3,40	7,60	94,344	27,91	39,91	167,03	14,822
3	3500	200	63,49	10,65	4,00	6,65	108,38	27,48	39,29	191,88	17,027
Перегон Разъезд. № 28 – Зирабулак, $L = 16,85$ км (17,641 км)											
1	2500	200	71,52	14,80	8,30	6,50	216,57	49,11	70,22	383,43	21,735
2	3000	200	68,91	15,60	9,55	6,05	247,56	46,78	66,89	438,29	24,845
3	3500	200	68,73	15,40	10,80	4,60	277,40	44,93	64,25	491,12	27,840
Перегон Зирабулак – Зиёвуддин, $L = 27,15$ км (26,729 км)											
1	2500	200	82,24	19,50	5,90	13,60	164,18	24,57	35,13	290,67	10,874
2	3000	200	84,41	19,00	5,90	13,10	163,61	20,40	29,18	289,66	10,837
3	3500	200	81,82	19,60	6,50	13,10	178,73	19,10	27,32	316,43	11,838
Перегон Зиёвуддин – Навои, $L = 23,50$ км (23,693 км)											
1	2500	200	84,12	16,90	5,25	11,65	145,58	24,58	35,14	257,74	10,878
2	3000	200	85,12	16,70	5,15	11,55	142,29	20,11	28,76	251,92	10,632
3	3500	200	84,61	16,80	5,40	11,40	149,08	17,98	25,71	263,94	11,140

На рисунке 1, наряду с кинематическими параметрами движения грузового поезда – техническая (ходовая)  $V_T$  скорость движения, обозначены энергетические показатели перевозочной работы исследуемого тепловоза 3ТЭ10М в количественном и денежном исчислении – это, соответственно, расход натурального дизельного топлива общий (полный)  $E$  за поездку и удельный  $e$  на тягу поездов, а также удельные  $c_T$  затраты денежных средств.

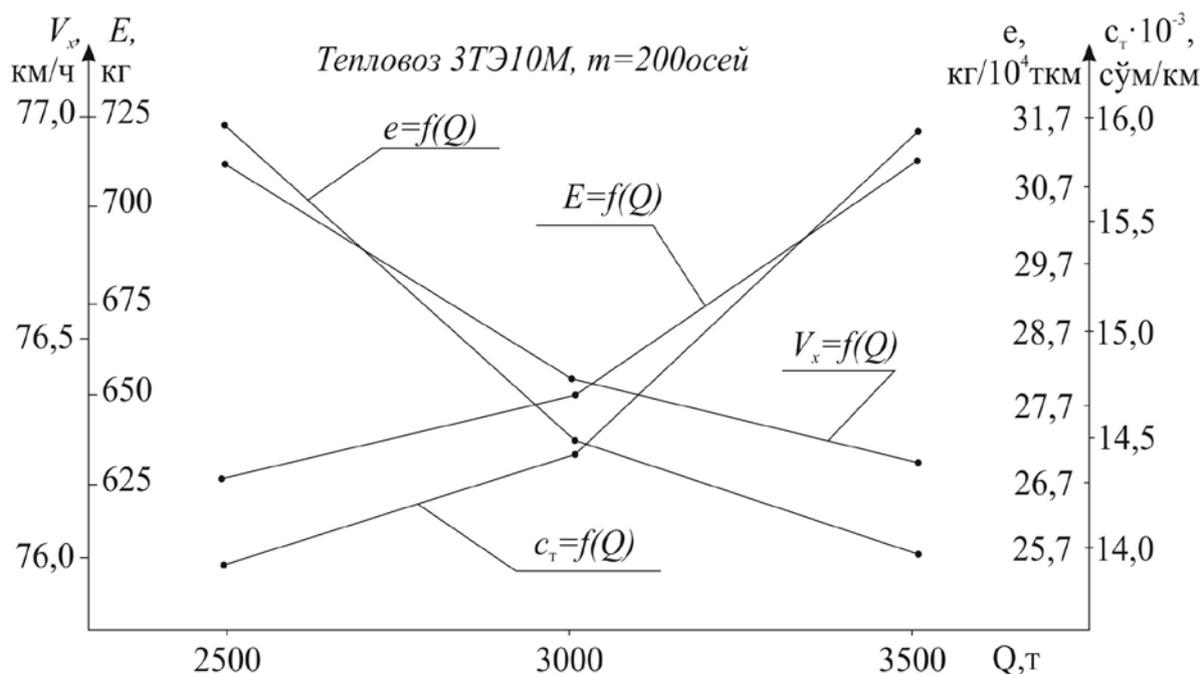


Рисунок 1 – Динамика показателей перевозочной работы тепловозов 3ТЭ10М на участке Каттакурган – Навои, движение без остановок

Анализ результата тяговых расчётов относительно графического грузового поезда с унифицированной массой состава ( $Q_2=3000$  т) позволил сделать следующие выводы.

1. Среднее общее время хода поезда составляет 1,037 ч, а увеличение или уменьшение массы состава на  $\Delta Q = 500$  т обеспечивает увеличение или уменьшение этого времени, соответственно, на 0,24 и 0,642 процента.

2. Техническая скорость движения поезда, наоборот, при аналогичном изменении массы состава, имеет тенденцию к повышению и снижению в тех же пределах, причём, в среднем она равна 76,51 км/ч.

3. Общий и удельный средние расходы дизельного топлива на тягу поездов составляют, соответственно, 662,4 кг и 28,16 кг/10<sup>4</sup>ткм брутто.

4. Увеличение массы состава на  $\Delta Q = 500$  т способствует увеличению полного и уменьшению удельного расходов дизельного топлива, соответственно, на 10,04 и 5,69 процента, а уменьшение массы состава на  $\Delta Q = 500$  т обеспечивает уменьшение полного и увеличение удельного расходов дизельного топлива, соответственно, на 3,59 и 15,67 процента.

5. Время хода поезда в режимах холостого хода и торможения и тяги

колеблется, соответственно, от 0,647 ч до 0,596 ч и от 0,384 ч до 0,445 ч. При увеличении массы состава на  $\Delta Q = 500$  т происходит снижение времени хода поезда на режиме холостого хода и торможения, а также его увеличение в режиме тяги, соответственно, на 0,042 ч и 0,045 ч. Время хода поезда в режимах холостого хода, торможения увеличивается на 0,0092 ч, а в режиме тяги уменьшается на 0,017 ч с уменьшением массы состава на  $\Delta Q = 500$  т.

6. Уменьшение массы состава на  $\Delta Q = 500$  т приводит к снижению и повышению на 1,28 процента, соответственно, показателей использования режимов тяги и холостого хода, торможения [Аблялимов, 2012, с. 376, 378], а с увеличением массы состава на  $\Delta Q = 500$  т происходит повышение и снижение этих показателей, соответственно, на 4,23 процента.

7. Уменьшение массы состава на  $\Delta Q = 500$  т приводит к снижению полной и удельной стоимостей перевозок приблизительно на 3,6 процента, а с увеличением массы состава на  $\Delta Q = 500$  т происходит повышение этих показателей на 10,04 процента.

На рисунке 2 показана динамика кинематических параметров движения грузовых поездов на холмисто-горном участке Каттакурган – Навои в зависимости от массы состава грузового поезда в процессе его движения без остановок на промежуточных станциях, отдельных пунктах и разъездах. По оси ординат обозначено: техническая (ходовая)  $V_T$  скорость движения и время хода грузового поезда, соответственно, общее  $t_{\Pi}$  по перегону, в режиме тяги  $t_T$  и режиме холостого хода, торможения  $t_{\text{хх,т}}$ .

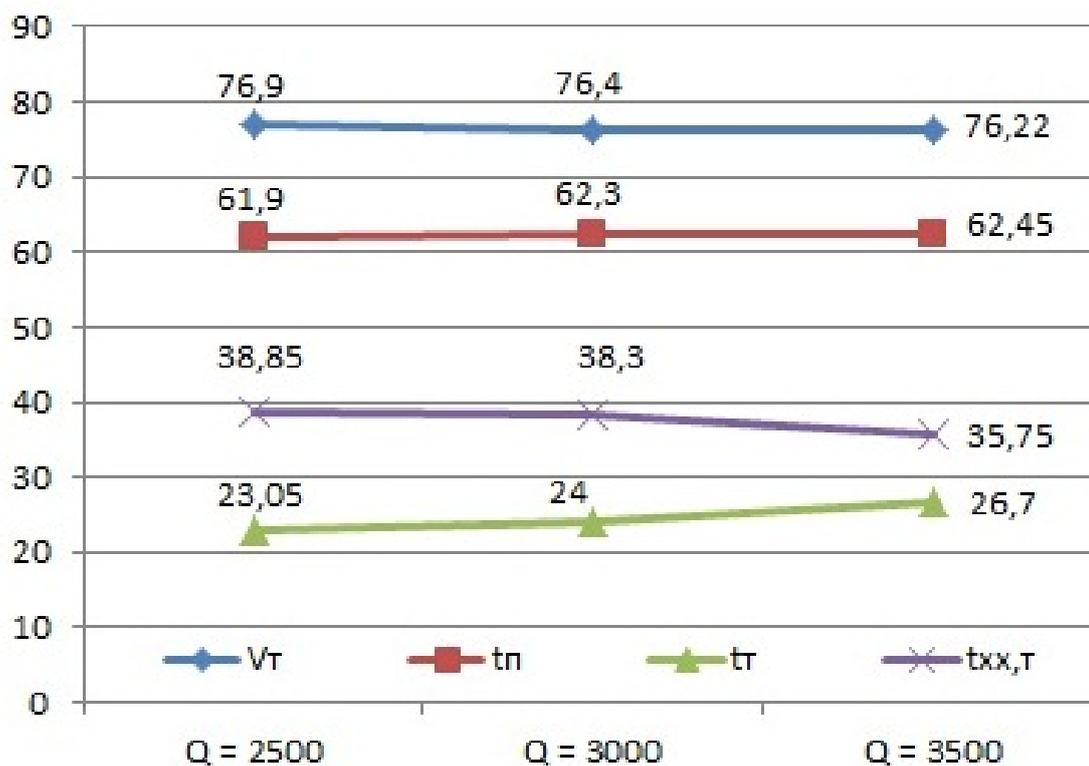


Рисунок 2 – Графики изменения кинематических параметров движения грузовых поездов на участке Каттакурган – Навои, движение без остановок

Аналогично [Аблялимов, 2015, с. 9; Аблялимов, 2016, с. 8] были получены уравнения регрессии для определения параметров основных показателей перевозочного процесса на участке Каттакурган – Навои, организованного тепловозами серии ЗТЭ10М, вместе с достаточной величиной достоверности аппроксимации  $R^2 = 1,0$  (необходимое условие достоверности –  $R^2 \geq 0,8$ ), где фактор (показатель)  $Q_i = 1,2,3$  – есть вариант тягового расчёта.

Общее время хода поезда  $t_x$ , мин

$$t_x = -0,125Q_i^2 + 0,775Q_i + 61,25 \quad (1)$$

Время хода поезда на режиме тяги  $t_T$ , мин:

$$t_T = 0,875Q_i^2 - 1,675Q_i + 23,85 \quad (2)$$

Время хода поезда на режиме холостого хода и торможения  $t_{xx,T}$ , мин:

$$t_{xx,T} = -Q_i^2 + 2,45Q_i + 37,40 \quad (3)$$

Техническая скорость движения  $V_T$ , км/ч:

$$V_T = 0,16Q_i^2 - 0,98Q_i + 77,72 \quad (4)$$

Общий расход дизельного топлива за поездку  $E$ , кг:

$$E = 20,91Q_i^2 - 39,42Q_i + 643,66 \quad (5)$$

Удельный расход натурального топлива  $e$ , кг/10<sup>4</sup>ткм брутто:

$$e = 1,36Q_i^2 - 8,35Q_i + 38,51 \quad (6)$$

Полные денежные затраты, тыс. сўм:

$$C_T = 37Q_i^2 - 69,7Q_i + 1139,5 \quad (7)$$

Приведённые денежные затраты, тыс. сўм/км:

$$c_T = 0,466Q_i^2 - 0,877Q_i + 14,362 \quad (8)$$

Анализ формул (1) – (8) свидетельствует, что изменения кинематических параметров движения грузовых поездов и параметров энергетической эффективности использования исследуемых тепловозов 3ТЭ10М в количественном и денежном исчислениях в зависимости от массы состава грузового поезда происходят по полиномиальной зависимости второй степени со стопроцентной точностью их вычисления.

Динамика кинематических параметров и анализ траекторий движения грузовых поездов без остановок на перегонах холмисто-горного участка Каттакуртан – Навои говорят о том, что повышение массы состава способствует увеличению времени работы силовой энергетической установки исследуемого тепловоза под нагрузкой и, соответственно, это будет приводить к увеличению механической работы равнодействующей силы, действующей на поезд. А, как следствие, расход натурального дизельного топлива на тягу поездов, также, будет увеличиваться.

## **Заключение**

Обоснована динамика кинематических параметров движения грузовых поездов и параметров основных показателей перевозочной работы трёхсекционных магистральных (поездных) грузовых тепловозов серии 3ТЭ10М в различных условиях организации железнодорожных перевозок грузов на холмисто-горном участке Каттакурган – Навои АО «Ўзбекистон темир йўллари».

Получены аналитические зависимости по определению основных показателей топливно-энергетической эффективности использования исследуемых грузовых тепловозов 3ТЭ10М в разнообразных условиях эксплуатационной деятельности реального участка железной дороги холмисто-горного направления Самарканд – Навои – Бухара Узбекской железной дороги.

Сказанное выше, хорошо согласуется с работами [Абляимов, 2017, с. 159, с. 60, с. 10, с. 22; Абляимов, 2016, с. 22, с. 8, с. 21 и другие] и поэтому, полученные автором результаты исследований, могут быть реализованы машинистами-инструкторами в практической деятельности линейных предприятий локомотивного комплекса узбекских железных дорог.

Результаты исследований рекомендуются специалистам цеха эксплуатации локомотивного депо Бухара для разработки практических мероприятий, направленных на повышение топливно-энергетической эффективности использования трёхсекционных магистральных (поездных) грузовых тепловозов 3ТЭ10М в реальных условиях организации железнодорожных перевозок грузов разных по структуре, типу и содержанию на холмисто-горном участке Каттакурган – Навои АО «Ўзбекистон темир йўллари».

## **Библиографический список**

1. *Абляимов О. С.* Анализ эффективности использования локомотивной тяги на равнинном участке железной дороги // Научно-технический журнал «Известия Транссиба». 2015. № 4 (24). С. 2–11.

2. *Абляимов О. С.* Исследование эксплуатации тепловозов 3ТЭ10М на холмисто-горном участке АО «Ўзбекистон темир йўллари» // Научно-технический журнал «Известия Транссиба» / Омский гос. ун-т путей сообщения. 2016. № 2 (26). С. 2–10.
3. *Абляимов О. С.* Исследование эксплуатации тепловозов 3ТЭ10М на холмисто-горном участке железной дороги // Научно-технический журнал «Известия Транссиба». 2016. № 3 (27). С. 2–9.
4. *Абляимов О. С.* Исследование эксплуатации тепловозов *UzTE16M3* на холмисто-горном участке АО «Ўзбекистон темир йўллари» // Научно-технический журнал «Вестник транспорта Поволжья». 2016. № 3 (57). С. 17–24.
5. *Абляимов О. С.* Исследование эффективности использования локомотивов дизельной тяги на холмисто-горном участке железной дороги // Научно-технический журнал «Вестник транспорта Поволжья». 2016. № 6 (60). С. 17–24.
6. *Абляимов О. С.* Исследование эффективности использования локомотивной тяги на холмисто-горном участке железной дороги // Научно-технический журнал «Вестник транспорта Поволжья». 2017. № 1 (61). С. 15–24.
7. *Абляимов О. С.* Исследование эффективности перевозочной работы тепловозов 3ТЭ10М 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) / Петербургский гос. ун-т путей сообщения Императора Александра I. СПб.: 2017. С. 150–161.
8. *Абляимов О. С.* К анализу перевозочной работы тепловозов *UzTE16M3* на холмисто-горном участке железнодорожного пути / *О. С. Абляимов, Т. М. Турсунов, М. И. Хисматулин* // «Вестник ТашИИТ». 2017. № 4. С. 57–61.
9. *Абляимов О. С.* Основы управления локомотивов: учебник для профессиональных колледжей железнодорожного транспорта / *О. С. Абляимов, Э. С. Ушаков*. Ташкент: «Davr», 2012. 392 с.
10. *Абляимов О. С.* Оценка эффективности использования дизельного тягового подвижного состава на холмисто-горном участке железной дороги // Научный журнал «Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона». 2017. № 3 (12). С. 6–11.
11. *Абляимов О. С.* Оценка эффективности перевозочной работы электровозов 3ВЛ80<sup>С</sup> на участке Каттакурган – Навои Узбекской железной дороги // *Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык*. 2018. № 4 (19). С. 37–46.
12. *Деев В. В.* Тяга поездов: учебное пособие для вузов / *В. В. Деев, Г. А. Ильин, Г. С. Афонин*. М.: Транспорт, 1987. 264 с.

13. 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.

### Reference

1. *Ablyalimov O. S.* (2015). Analysis of the efficiency of using locomotive traction on the flat section of the railway // Scientific and Technical Journal "News of Transsib". 2015. № 4 (24). p. 2–11. (In Russian)

2. *Ablyalimov O.S.* (2016). Study of the operation of 3TE10M diesel locomotives in the hilly-mountainous section of Uzbekiston Temir Yollari JSC // Scientific and Technical Journal "News of Transsib" / Omsk State railway University. 2016. № 2 (26). P. 2–10. (In Russian)

3. *Ablyalimov O.S.* (2016). Study of the operation of 3TE10M diesel locomotives in the hilly-mountainous railway section // Scientific and Technical Journal "News of Transsib". 2016. № 3 (27). P. 2–9. (In Russian)

4. *Ablyalimov O.S.* (2016). Study of the operation of UzTE16M3 diesel locomotives in the hilly-mountainous section of Uzbekiston Temir Yollari JSC // Scientific and Technical Journal "Volga Region Transport Bulletin". 2016. № 3 (57). p. 17 - 24. (In Russian)

5. *Ablyalimov O.S.* (2016). Evaluation of the efficiency of the use of diesel locomotives in a hilly-mountainous section of the railway // Scientific and Technical Journal "Volga Region Transport Bulletin". 2016. № 6 (60). P. 17–24. (In Russian)

6. *Ablyalimov O.S.* (2017). Evaluation of the efficiency of the use of locomotive traction in a hilly-mountainous section of the railway // Scientific and Technical Journal "Volga Region Transport Bulletin". 2017. № 1 (61). P. 15–24. (In Russian)

7. *Ablyalimov O.S.* (2017). Evaluation of the efficiency of transportation work of 3ТЭ10М diesel locomotives and traction efficiency of Marokand – Navoi railway district in operation conditions // 1<sup>st</sup> international science and practical conference "Transport Intellectual Systems-2017" (TIS-2017) / Emperor Alexander Ist Petersburg State Transport University St-P.: 2017. P. 150–161. (In Russian)

8. *Ablyalimov, O. S.* (2017). To the analysis of the transportation work of UzTE16M3 diesel locomotives in the hilly-mountainous section of the railway track / O.S. Ablyalimov, T.M. Tursunov, M.I. Khismatulin // "Vestnik TashIIT". 2017. No. 4. p. 57–61. (In Russian)

9. *Ablyalimov, O. S.* (2012). Basics of locomotive control: course book for vocational railway collegea / O.S. Ablyalimov, E.S. Ushakov. Tashkent: «Davr», 2012. 392 p. (In Russian)

10. *Ablyalimov O. S.* (2017). Evaluation of the efficiency of the use of diesel traction rolling stock in the hilly-mountainous section of the railway // Scientific Journal "Transport of the Asia-Pacific Region". 2017. No. 3 (12). p. 6–11. (In Russian)

11. *Ablyalimov O. S.* (2018). The evaluation of transportation efficiency of the 3v180s electric locomotives on the Uzbek railway district Kattakurgan – Navoi / *Crede Experto: transport, society, education, language*. 2018. № 4 (19). P. 37–46.
12. *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.
13. *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.