Механика Транспорт Комуникации

Научно списание

issn 1312-3823

брой 2, 2009 г.

статия № 0347

http://www.mtc-aj.com

РЕАЛИЗАЦИЯ НА ИКОНОМОМЕТРИЧНИ МОДЕЛИ И МИНИМИЗИРАНЕ НА СРЕДНОГОДИШНИТЕ РАЗХОДИ ЗА ОБСЛУЖВАЩИТЕ ПЪТИЩА В УСЛОВИЯТА НА„МИНИ МАРИЦА ИЗТОК” ЕАД

Виолета Иванова, Иван Марков
wivanova@abv.bg

Минно-геоложки университет “Св. Иван Рилски”, София 1700, Студентски град, България
„Мини Марица изток„ ЕАД, гр. Раднево, България

***Ключови думи**: разходи, ремонти, руднични пътища, моделиране*
***Резюме**: Показана е реализация на икономо-метричните модели, създадени за минимизиране на средногодишните разходи за изграждане, поддържане и ремонт на обслужващи пътища в условията на рудниците от комплекса „Марица изток” и е направена техноложка интерпретация на резултатите.*

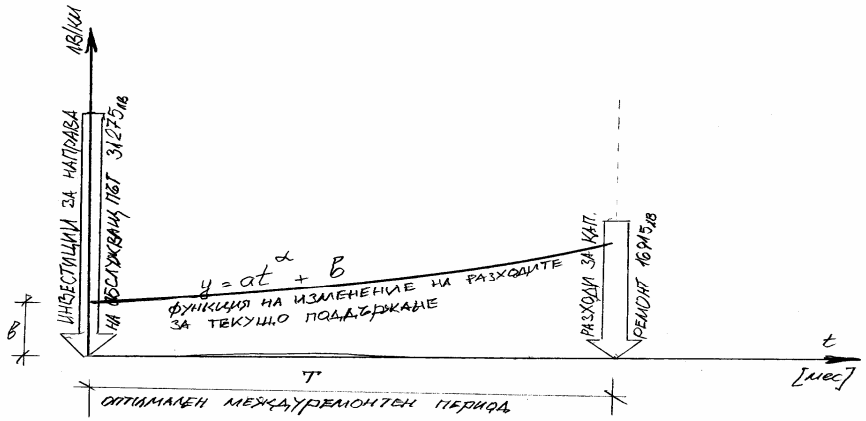
1. Въведение

За условията на „Мини Марица изток” ЕАД с [1] и [2] са създадени икономо-метрични модели, с чиято помощ се постига минимизация на средно-годишните разходи за изграждане, поддържане и ремонт на обслужващите руднични автопътища с трошенокаменна пътна настилка. Икономо-метричните модели са основани на анализа на правилата, залегнали в [3] и са по (1).

$$(1) \qquad И_{\substack{\text{инвестиции}\\ \text{за изграждане}}} - ТП_{\substack{\text{променливи разходи}\\ \text{за текущо поддържане}}} - КР_{\substack{\text{разходи за ремонт}\\ \text{на обслужващ път}}} - КР_{\substack{\text{разходи за ремонт}\\ \text{на обслужващ път}}} - КР... \qquad (1)$$

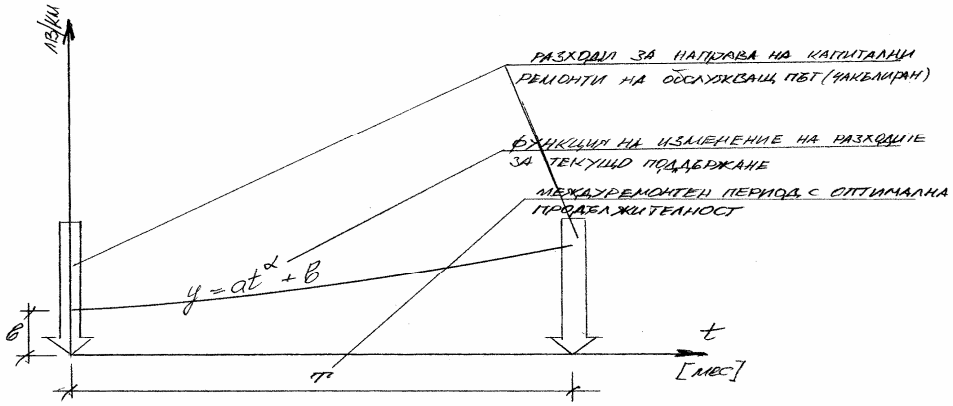
Анализът на (1) показва, че при така приета междуремонтна схема са налице два икономо-метрични модела:

- първият – за периода на експлоатацията на обслужващия път от въвеждането му в експлоатация до първия капитален ремонт. Геометричната интерпретация на модела е по фигура 1.



Фиг. 1. Схема на икономо-метричен модел за минимизиране на разходите в периода между изграждането на обслужващ път с трошенокаменна настилка и първия капитален ремонт

- вторият – за периодите на експлоатация между всеки два капитални ремонта с геометрична интерпретация по фигура 2.



Фиг. 2. Схема на икономо-метричен модел за минимизиране на разходите в периода между всеки два капитални ремонта

Чрез компютърни симулации на изменението на разходите за текущо поддържане на обслужващите пътища по методика, създадена в [1] и [2] са определени закономерностите на това изменение. Представени са в таблица 1 (за глини в ненарушен масив) и в таблица 2 (за глини в нарушен масив).

Таблица 1. Закономерности за изменението на разходите за текущо поддържане на обслужващи пътища установени чрез компютърни симулации за различни видове глини от източномаришките рудници в ненарушен масив

№	Рудник, хоризонт, вид глини върху които е изграден чакълирания път	Якост на срязване $\tau_{ср}.10^5$Pa	Брой удари с уреда на ДорНИИ	Апроксимиращи функции при модел С=И	Апроксимиращи функции при редуцирани случайни числа	Апроксимиращи функции при модел С=К	Апроксимиращи функции при редуцирани случайни числа
1.	1.1. Трояново 1 III и IV хоризонт Жълтокафяви песъчливи, сивозелени, напукани с твърди	0,42÷1,23	4,5÷7,2	$y = 150t^{1,86} + 720$	$y = 150t^{1,86}$	$y = 78t^{1,8} + 720$	$y = 78t^{1,8}$

	включения; **1.2. Трояново север** **IV хоризонт;** **Кафяви;** **1.3. Трояново 3** **110, 122 и 170 хоризонт** **Черни с органични включения, сини пластични**						
2.	**2.1. Трояново 1** **II и IV хоризонт** **Синьозелени; синьозелени с твърди включения; жълтозелени** **2.2. Трояново север** **II, III и IV хоризонт** **Синьозелени, кафяви** **2.3. Трояново 3** **148 хоризонт** **Сиви с твърди включения**	**1,50÷2,45**	**8,0÷9,5**	$y = 87t^{1,8} + + 720$	$y = 87t^{1,8}$	$y = 51t^{1,76} + + 720$	$y = 51t^{1,76}$
3.	**3.1. Трояново 1** **II и IV хоризонт** **Синьозелени** **3.2. Трояново 3** **148 хоризонт** **Сини, сини карбонатизирани**	**2,46÷2,70**	**9,6÷12**	$y = 56t^{1,7} + + 720$	$y = 56t^{1,7}$	$y = 35t^{1,64} + + 720$	$y = 35t^{1,64}$
4.	**4.1. Трояново 1** **II и III хоризонт** **Сиво- и синьозелени, синьозелени с твърди включения** **4.2. Трояново север** **IV хоризонт** **Сиви и синьозелени с твърди включения** **4.3. Трояново 3** **148 и 170 хоризонт** **Сини карбонатизирани**	**2,71÷3,0**	**13÷20**	$y = 26t^{1,67} + + 720$	$y = 26t^{1,67}$	$y = 18t^{1,58} + + 720$	$y = 18t^{1,58}$

Таблица 2. Закономерности за изменението на разходите за текущо поддържане на обслужващи пътища установени чрез компютърни симулации за различни видове глини от източномаришките рудници в нарушен масив

№	Рудник	Якост на срязване $\tau_{ср}.10^5$Pa)	Съпротивление при пенетрация $P_m.10^5$Pa	Апроксимиращи функции при модел С=И	Апроксимиращи функции при редуцирани случайни числа	Апроксимиращи функции при модел С=К	Апроксимиращи функции при редуцирани случайни числа
1.	Трояново 1 - обслужващ път за ОСН (обединени северни насипища)	0,28÷1,05	0,62÷1,10	$y = 34t^{1,4} + 720$	$y = 34t^{1,4}$	$y = 15t^{1,45} + 720$	$y = 15t^{1,45}$
2	Трояново север и Трояново 3 - обслужващи пътища във вътрешни насипища	0,12÷0,40	0,41÷0,62	$y = 183t^{1,78} + 720$	$y = 183t^{1,78}$	$y = 120t^{1,68} + 720$	$y = 120t^{1,68}$
3	Трояново север и Трояново 3 – обслужващи пътища във външни насипища	0,12÷1,24	0,32÷2,22	$y = 115t^{1,6} + 720$	$y = 115t^{1,6}$	$y = 73t^{1,52} + 720$	$y = 73t^{1,52}$

2. Резултати

Чрез закономерностите от таблици 1 и 2 по логиката на фигури 1 и 2 и междуремонтната схема по (1) са построени 14 икономо-метрични модела (8 за различни видове глини в ненарушен и 6 за различни видове глини в нарушен масив), даващи възможност за минимизиране на средногодишните разходи. Резултатите от решението на моделите са представени в таблици 3 и 4.

Таблица 3. Вид на икономо-метричните модели за различните глини при чакълирана настилка в ненарушен масив за трите рудника на „Мини Марица изток" ЕАД и оптимални междуремонтни срокове като резултат на решаването им

№	Рудник, хоризонт, вид глини върху които е изграден чакълирания път	Икономо-метрични модели при размер на константата С=И=36 075	Оптимална продължителност на междуремонтния срок в месеци	Икономо-метрични модели при размер на константата С=КР=18 915	Оптимална продължителност на междуремонтния срок в месеци
1.	1.1. Трояново 1 - III и IV хоризонт Жълтокафяви песъчливи, сивозелени, напукани с твърди	$\Omega = \frac{\int_0^T (150t^{1,86} + 720)dt + 36075}{T}$	≈ 8	$\Omega = \frac{\int_0^T (78t^{1,8} + 720)dt + 18915}{T}$	≈ 8

	включения **1.2. Трояново север - IV хориз. Кафяви;** **1.3. Трояново 3110, 122 и 170 хоризонт Черни с органични включения, сини пластични**				
2.	**2.1. Трояново 1 II и IV хоризонт Синьозелени; синьозелени с твърди вклю-чения;жълтозелен и** **2.2. Трояново север - II, III и IV хоризонт Синьозелени, кафяви** **2.3. РТрояново 3 148 хоризонт Сиви с твърди включения**	$\Omega = \frac{\int_0^T (87t^{1,8} + 720)dt + 36075}{T}$	≈ 10	$\Omega = \frac{\int_0^T (51t^{1p765} + 720)dt + 18915}{T}$	≈ 10
3.	**3.1. Трояново 1 II и IV хоризонт Синьозелени** **3.2. Трояново 3 148 хоризонт Сини, сини карбонатизирани**	$\Omega = \frac{\int_0^T (56t^{1,7} + 720)dt + 36075}{T}$	≈ 13	$\Omega = \frac{\int_0^T (35t^{1,64} + 720)dt + 18915}{T}$	≈ 13
4.	**4.1. Трояново 1 II и III хоризонт; Сиво- и синьозелени, синьозелени с твърди включения** **4.2. Трояново север IV хориз. Сиви и синьозелени с твърди включения** **4.3. Трояново 3 148 и 170 хориз. сини карбонатизирани**	$\Omega = \frac{\int_0^T (26t^{1,67} + 720)dt + 36075}{T}$	≈ 18	$\Omega = \frac{\int_0^T (18t^{1,58} + 720)dt + 18915}{T}$	≈ 18

Таблица 4. Вид на икономо-метричните модели за различните глини при чакълирана настилка в нарушен масив (насипища) за трите рудника на „Мини Марица изток" ЕАД и оптимални междуремонтни срокове като резултат на решаването им

№	Рудник, хоризонт, вид глини върху които е изграден чакълирания път	Икономо-метрични модели при размер на константата C=И=36 075	Оптимална продължителност на междуремонтния срок в месеци	Икономо-метрични модели при размер на константата C=КР=18 915	Оптимална продължителност на междуремонтния срок в месеци
1	**Трояново 1 – обслужващ път за ОСН (обединени северни насипища)**	$\Omega = \frac{\int_0^T \left(34t^{1,4} + 720\right)dt + 36075}{T}$	≈ 23	$\Omega = \frac{\int_0^T \left(15t^{1,45} + 720\right)dt + 18915}{T}$	≈ 23
2	**Трояново север и Трояново 3 – обслужващи пътища във вътрешни насипища**	$\Omega = \frac{\int_0^T \left(183t^{1,78} + 720\right)dt + 36075}{T}$	≈ 7	$\Omega = \frac{\int_0^T \left(120t^{1,68} + 720\right)dt + 18915}{T}$	≈ 7
3	**Трояново север и Трояново 3 – обслужващи пътища във външни насипища**	$\Omega = \frac{\int_0^T \left(115t^{1,6} + 720\right)dt + 36075}{T}$	≈ 11	$\Omega = \frac{\int_0^T \left(73t^{1,52} + 720\right)dt + 18915}{T}$	≈ 11

Получените решения показват, че сроковете за оптимална продължителност на периода на експлоатация на обслужващи руднични пътища са различни. Те кореспондират с физико-механичните характеристики на глините. Това косвено потвърждава адекватността на разработената в [1] и [2] методика за построяването на моделите, която е плод на разработените в [4], [5] и [6] идеи.

3. Технологична интерпретация на резултатите

Резултатите могат да се интерпретират от гледна точка на технологията в две посоки:

Първата: Решението на икономо-метричните модели дава оптималната продължителност на междуремонтния срок на конкретен обслужващ автопът, построен върху конкретен тип глини в ненарушен или нарушен масив, с конкретни физико-механични характеристики. Точно при тази продължителност се постига минимум на средногодишните разходи за изграждане, текущо поддържане и ремонт на конкретен обслужващ път, построен върху конкретен вид глини. Всяко неспазване и удължаване на този срок води до преразходи за рудника и дружеството.

В табл. 5 са показани като илюстративен пример какво ще загуби един рудник (на примера на рудник „Трояново 1") на километър обслужващ път, построен върху глини с характеристики, еквивалентни на характеристиките на

сивозелените песъчливи глини от трети хоризонт, синьозелените глини от същия хоризонт и синьозелените глини с твърди включения от втори хоризонт, при двете схеми на икономо-метричните модели, и при закъсняване от оптималния период с един, два и седем месеца.

Таблица 5. Илюстрация за загубите на рудник "Трояново 1" за 1 км обслужващ път при просрочване на определения като оптимален срок на междуремонтния период при цени на трошенокаменните фракции към май 2008 г. 22 лв/тон франко депо в рудника

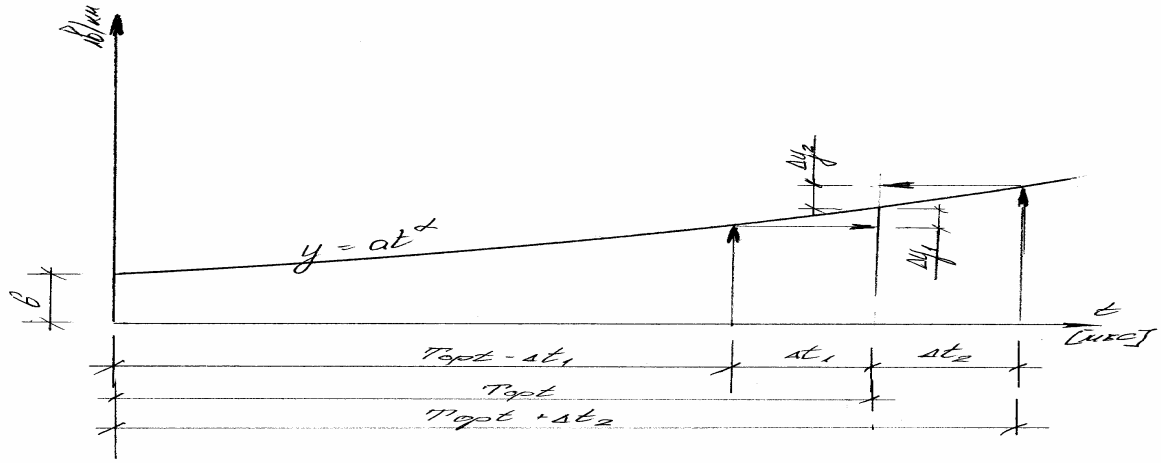
Глини	Месеци	Средногодишни разходи за един км при схема С=И	Средногодишни разходи за един км при схема С=КР
Сивозелени песъчливи и синьозелени – III хоризонт	Topt=18	2730	1928
	T=19	2874	2031
Синьозелени с твърди включения – II хоризонт	T=20	3018	2133
	T=25	3663	2643

От таблица 5 се вижда, че след закъснение с един месец от определения оптимален междуремонтен период след направа на рудничния обслужващ път, икономическата загуба е около 100 лв/км; при закъснение с два месеца загубата надхвърля 250 лв/км, а при закъснение от седем месеца – загубата вече е почти 1000 лв/км.

С аналогична интензивност, макар и в по-малки степен, нарастват загубите при просрочване на ремонта в експлоатационен период между два капитални ремонта - съответно с около 100 лв/км при закъснение един месец, с около 200 лв/км при два месеца закъснение и с около 700 лв/км при закъснение седем месеца. Само в рудник "Трояново 1" са налице 11 километра такива обслужващи пътища. Ако за всички тях се инкасира седем месеца закъснение, загубите вече стават около 8 000 лв. Ако се допусне, че този вид пътища са в същото съотношение и в останалите два рудника, то общите загуби при по-лекия случай (между два капитални ремонти), дължащи се само на това закъснение (не зависимо от причините, довели до него) вече надхвърлят 20 000 лв. Примерът е подбран за обслужващите пътища, изградени върху глини с относително високи физико-механични характеристики. Ако примерът се разпростре върху цялата пътна мрежа на трите рудника, сумата от тези загуби надхвърля 50 000 лв за цялото дружество, при средно закъсняване на ремонтите с два месеца. А това вече е сума, с която следва да се съобразяват всички специалисти и ръководители на всички нива на управление.

Така логично и обективно възниква въпросът: не е ли по-добре на тази основа да се преразгледа инвестиционната политика на дружеството и се формира програма с цел предотвратяване на понасяне на по-нататъшни загуби? Програмата следва да е с няколко годишна продължителност, чиято реализация би осигурила материално-техническа база във вид на специализирана техника, чрез която рудниците и дружеството да бъдат приведени в съответствие с реалните им потребности. Това е разумното, обоснованото и логически правилното инженерно противопоставяне на загубите, инкасирани понастоящем при работата на дружеството и рудниците по отделно в условия на ресурсна недостатъчност.

Втората: Ясно е, че неспазването на оптималните срокове по таблици 3 и 4 води до икономически загуби. Техният характер може да се илюстрира с фигура 3.



Фиг. 3. Логика на формиращите се загуби и пропуснати ползи при неспазване оптималния междуремонтен срок

Δt_1 е срок, с който ремонтът е изпреварил оптималния срок. Δt_2 е срок, с който ремонтът е закъснял от оптималния срок. Δy_1 е размерът на пропуснатите ползи вследствие на изпреварването. Δy_2 е размерът на преразходът на средства поради увеличените разходи за поддържане на пътя.

Загубите се изразяват в лв/км и физическият им смисъл покрива увеличените средства за текущо поддържане на пътя, и оттам – преразход за конкретния рудник и акционерното дружество по отношение на конкретния тип път.

По развитата до тук логика, илюстрирана с фигура 3, спазването на така определените междуремонтни срокове се превръща във важен фактор, защото:

- предсрочно проведените ремонти унищожават остатъчния експлоатационен ресурс на обслужващите пътища и инкасират икономически загуби в смисъл на **пропуснати ползи**,
- закъснението на ремонтите води до непосредствено увеличаване на разходите за текущо поддържане на обслужващите пътища във вид на **икономически неоправдани разходи**.

4. Изводи

От направеното изложение могат да се направят редица изводи, най-важните от които са:

1. Доказана е възможността средногодишните разходи за изграждане, поддържане и ремонт да бъдат минимизирани и за отделните рудници, и за дружеството „Мини Марица изток” ЕАД като цяло. С това ще се спестят финансови ресурси в обем, достатъчен за постепенно задоволяване потребността на рудниците със специализирана техника за строителство, поддържане и ремонт на обслужващите пътища.

2. Всяко отклонение от определените като оптимална продължителност експлоатационни срокове между два последователни ремонта или между въвеждане в експлоатация и първият ремонт води до пропуснати ползи (при предсрочно ремонтиране) или до икономически неоправдани загуби (при закъснение на ремонта).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Смилянов А. и колектив. Оптимизация с цел минимизиране на средногодишните разходи за строителство, поддържане и ремонт на сега прилаганите пътни настилки за обслужващите руднични пътища в ненарушен и нарушен масив за условията на рудниците при „Мини Марица изток" ЕАД". Изследователска задача по договор 1928/2007 г. между „Мини Марица изток" ЕАД и НИС при МГУ, Архив на „Мини Марица изток" ЕАД, 2008 г.
2. Смилянов А. и колектив. Оптимизация с цел минимизиране на средногодишните разходи за строителство, поддържане и ремонт на сега прилаганите пътни настилки за обслужващите руднични пътища за условията на рудник „Трояново 1", Архив на „Мини Марица изток" ЕАД, гр. Раднево, 2008 г.
3. Ръководство за проектиране на пътища в открити рудници. Skelly and Loy, Engeneering and Consultants, Harisberg, Pensilwanya, USA, 2000.
4. Смилянов А., В. Баликов Строителство и ремонт на руднични пътища в открити рудници, Изд. къща на МГУ, София, 2006.
5. Смилянов А. Наръчник по проектиране, строителство, поддържане и ремонт на руднични пътища при открития добив. Изд. къща на МГУ, София, 2001
6. Смилянов А. Концептуален модел за оптимизиране ресурсите за изграждане, поддържане и ремонт на рудничните автомобилни пътища. Годишник на МГУ „Св. Ив. Рилски", т. 40, св. 2, София, 1994.