

უკ 504.03, 504.054, 330.123.72

**ქ. თბილისის მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონის ენერგოეფექტურობის სოციალური და ეკოლოგიურ-ეკონომიკური შეფასება
ნათელა დვალიშვილი¹, გიორგი შავგულიძე², ნილ ანდრიუ გრირი³,
დიმიტრი ერისთავი⁴**

¹სტუ-ს ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, ნ.დვალისჭვილი@gtu.ge

²თბილისის მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მართვის სამსახური, shavgulidze1976@gmail.com

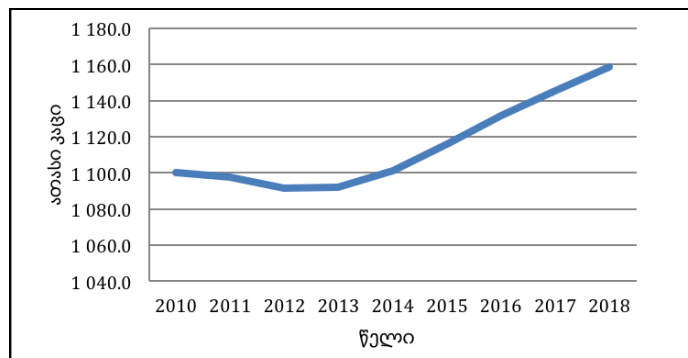
³ესტერნ ანალიტიკსი, neilgreer@easternanalytics.com

⁴სტუ, d.eristavi@gtu.ge

დღეისათვის, საქართველოში მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების (მსნ) მართვის გაუმჯობესება ქვეყნის ერთ-ერთი პრიორიტეტული მიმართულებაა, რაც ითვალისწინებს საქართველოში ნარჩენების მართვის განვითარების პროცესის ჰარმონიზებას ევროპის ნარჩენების მართვის პოლიტიკასთან.

1994 წელს საქართველომ ხელი მოაწერა გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის ჩარჩო კონვენციას კლიმატის ცვლილების შესახებ (UNFCCC), მოგვიანებით 1996 წლის 16 ივნისს კიოტოს ოქმს, ხოლო 2010 წლის ოქტომბერში თბილისში გაიმართა მერების შეთანხმებისადმი მიძღვნილი კონფერენცია, სადაც ხაზი გაესვა ქალაქების, როგორც კომპლექსური სისტემების, მნიშვნელობას სათბურის გაზების ემისიების შემცირებაში. სათბური გაზების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ანთროპოგენული წყაროა - მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების სექტორი. კლიმატის ცვლილების შესახებ მესამე ეროვნული შეტყობინების შესაბამისად ნარჩენების სექტორიდან სათბური აირების ემისია შეადგენს ეროვნული ემისიის 7%-ს რაც საკმაოდ მაღალი შედეგია, თუ გავითვალისწინებთ, რომ მეტანის ემისიის ღირებულება საშუალოდ შეადგენს 1 ტონა სერტიფიცირებული CO₂-ის ეკვივალენტის ფასის შესაბამისად მინიმუმ 5 აშშ დოლარს [1].

ამჟამად ქვეყანაში აღირიცხება 60-მდე ოფიციალური ნაგავსაყრელი, რომელთაც დღეისათვის მართავენ: რეგიონებში (აჭარის გარდა) - შპს „საქართველოს მყარი ნარჩენების მართვის კომპანია“, აჭარაში - შპს „სანჰიგიენა“, ხოლო თბილისში კი შპს „თბილსერვის ჯგუფი“. 2010 წლიდან დღემდე 20-ზე მეტი ნაგავსაყრელი დაიხურა, ხოლო 30-ზე მეტი ნაგავსაყრელი კეთილმოეწყო [2]. ამასთან აღსანიშნავია, რომ საქართველოში მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების 98% ყველანაირი დამუშავების გარეშე (არასისტემატური, ძირითადად ერთჯერადი გამოწვლისების გარდა) გვხვდება სხვადასხვა ტიპის ნაგავსაყრელებზე, ხოლო მოსახლეობის რაოდენობის ზრდასთან (დაახლოებით 1.1% წელიწადში, ნახ.1) და ცხოვრების დონის გაუმჯობესებასთან ერთად იზრდება ნარჩენების რაოდენობაც - საქართველოში მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რაოდენობის 2010-2018 წლების დინამიკიდან გამომდინარე აღნიშნული ზრდა შეადგენს - 1.7% წელიწადში [3].



ნახაზი 1. ქ. თბილისის მოსახლეობის ზრდის დინამიკა

უკანასკნელ წლებში საქართველოს მთავრობა აქტიურად მუშაობს, ნარჩენების მართვის სფეროში არსებული პრობლემების გადასაჭრელად. შესრულებული სამუშაოების და მიღებული კანონპროექტების მიუხედავად საქართველოს მხოლოდ ორ ოფიციალურ (რუსთავის და თბილისის ნაგავსაყრელზე მოწყობილია ნაგავსაყრელი აირების შემკრები მილები - კოლექტორები, მაგრამ ნაგავსაყრელი გაზის შეგროვების/გადამუშავების სისტემის მოწყობა ეკონომიკური სირთულეების გამო ამ ეტაპისათვის ვერ ხორციელდება.

საქართველოში ყველაზე დიდი ნაგავსაყრელი (ლილოს მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების (მსნ) პოლიგონი) 2010 წლის ნოემბერში გაიხსნა, იგი მდებარეობს ქ. თბილისის სამხრეთ აღმოსავლეთით, სოფ. დიდი ლილოს აღმოსავლეთით, ყოფილი ძველი თბილისი-მარტყოფი საავტომობილო გზის ჩრდილო ნაპირზე (სურ.1). პოლიგონის ტერიტორიის მთლიანი ფართი შეადგენს 84 ჰა-ს. 2010 წლის 10 ნოემბრიდან 2019 წლის 24 ივნისამდე ნაგავსაყრელზე ფუნქციონირებდა 2 უჯრედი (150 000 კვ.მ), ორივე უჯრედში დღესდღეობით

გამთავსებულია 3 040 000 ტონა ნარჩენი, რომელიც გროვდებოდა ქ. თბილისის და ლილოს მანქანებით. პოლიგონზე მსნ-ის ღობის შედეგად წარმოქმნილი აირის შეკრება ხდება გაბიონისებური შახტების მეშვეობით (პლასტმასის მილები), ორივე უჯრედზე მოწყობილია 100 გაზგამყვანი მილი. ამა წლის 24 ივნისს აღნიშნული უჯრედები დაიხურა (დაიფარა დამცავი ჰიდროსაიზოლაციო ფენით) და დაიწყო მესამე უჯრედის ოპერირება [4].



სურ. 1 ნორიოს (ლილოს) ნაგავსაყრელი

ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენს თბილისის ნაგავსაყრელიდან მეთანის ემისიის განსაზღვრა და ბიოგაზის რაციონალური გამოყენების შემდგომი შეფასება, რისთვისაც პირველ ეტაპზე 2015-2017 წლებში მსნ-ს მიღებული მონაცემების საფუძველზე [5], საქართველოს სტატისტიკური მონაცემების (მოსახლეობა) [6] და IPCC-2006 მეთოდოლოგიის საქართველოსათვის დამახასიათებელი ტიპური პარამეტრების გამოყენებით, გამოითვლა ემისიებისა ნარჩენების სექტორიდან 2011 წლიდან 2040 წლამდე, 2006 წლის IPCC მეთოდოლოგიის გამოყენებით (ცხრილი 1). ამასთან აღნიშნულ გათვლებში გაკეთებულია დაშვება, რომ ნაგავსაყრელიდან ბიოგაზის ჩაჭერის და გამოყენების მაქსიმალური შესაძლებლობა შეადგენს 70-75% [3].

ცხრილი 1. მეთანის ემისია გამოყოფილი ლილოს (ნორიოს) ნაგავსაყრელიდან 2011-2020 წლებში (IPCC-2006) [7]

წელი	გგ	მლნ მ ³	წელი	გგ	მლნ მ ³	წელი	გგ	მლნ მ ³
2011	0.24	0.34	2021	8.71	12.09	2031	13.71	19.05
2012	1.66	2.31	2022	9.24	12.84	2032	14.22	19.75
2013	2.87	3.98	2023	9.76	13.56	2033	14.73	20.46
2014	3.89	5.40	2024	10.27	14.26	2034	15.25	21.18
2015	4.76	6.61	2025	10.77	14.95	2035	15.78	21.91
2016	5.55	7.71	2026	11.26	15.64	2036	16.32	22.66
2017	6.27	8.71	2027	11.75	16.31	2037	16.87	23.43
2018	6.94	9.64	2028	12.23	16.99	2038	17.43	24.21
2019	7.56	10.50	2029	12.72	17.67	2039	18.01	25.02
2020	8.15	11.32	2030	13.22	18.36	2040	18.60	25.84

ცხრილ 1 -იდან ჩანს, რომ ლილის/ნორიოს პოლიგონიდან მხოლოდ მეთანის გამოყოფის პოტენციალი 2011-2040 წლების პერიოდში შეადგენს 442.7 მლნ.მ-ს, ამასთან ბიოგაზის სრული რაოდენობა, საერთო ჯამში, გამოიყოფა 75 წლის განმავლობაში. როგორც უკვე აღინიშნა, ნაგავსაყრელზე შერეული შედგენილობის ნარჩენების განთავსებისა და შესაბამისად მისი გახრწნის შედეგად წარმოქმნილი ნაგავსაყრელის გაზი წარმოადგენს ფართო სპექტრის არაორგანული და ორგანული აირების ნარევეს (CH₄ – 40-50% ; CO₂– 35-40% ; H₂O - 10-20% ; SO_x - 2-5% ; H₂ – <1% ; H₂S – 1-2% ; N₂ – 1-2% ; C_nH_{2n-6} – < 1%.) [8], რომლის ემიტირება ატმოსფერულ ჰაერში იწვევს ნეგატიურ გავლენას როგორც კლიმატზე ისე მთელ ეკოსისტემაზე, ვნებს როგორც ფლორას ისე საფრთხეს უქმნის ცოცხალ ორგანიზმებს და რაც მთავარია ადამიანების ჯანმთავრობას, ამასთან იკარგება ჩვენი ქვეყნისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ალტერნატიული ენერჯის წყარო. გარდა ამი-

სა მეტეოროლოგიური პირობებმა (მაღალი ტემპერატურა და შტილი) და ბიოგაზის მაღალი კონცენტრაციების აკუმულირებამ ნაგავსაყრელის სხეულთან მიმართებაში (>15%) შესაძლებელია გამოიწვიოს თვითაღება და აფეთქება. ნაგავსაყრელი გაზის კალორიულობა დაახლოებით 17-20 ათასი.კვ/მ. წინასწარ შედეგებზე დაყრდნობით შეიძლება ითქვას, რომ მაგალითად დედაქალაქისათვის 2010 წლის ნოემბერში მოწყობილ ნორიოს ნაგავსაყრელზე მხოლოდ 2018 წლის განმავლობაში წარმოიქმნა ≈14 000 ტონა ბიოგაზი და ეს მაჩვენებელი ნარჩენების ზრდასთან ერთად ყოველწლიურად გაიზრდება (ცხ. 1), ამასთან აღსანიშნავია, რომ თუ მოხდება ნარჩენების ბიოდეგრადირებადი ფრაქციების სეპარირება (რაც ამ ეტაპისათვის არ არის დაგეგმილი და არც გათვლებშია გათვალისწინებული) ბიოგაზის გამოყოფა შესაბამისად შემცირდება. ბიოგაზის ემისიისა და ეკოლოგიური პრობლემების მოგვარების მიზნით საქართველოს მთავრობის #160 დადგენილების მიხედვით, თბილისის მერიას ევალებოდა თბილისის ნაგავსაყრელზე ბიოგაზის შეგროვების/გადამუშავების სისტემის მოწყობა. მაგრამ ეს საკითხი დღემდე რჩება ღიად, რადგან არსებული ტექნოლოგია ძალიან ძვირადღირებულია და ამასთან ორიენტირებულია ადგილობრივი მომხმარებლის არსებობაზე (გაზშემკრები მილების მიერთება დიდი ზომის რეზერვუარზე, ბიოგაზის გამდიდრება სხვადასხვა რეაგენტების დახმარებით და პირდაპირ ადგილობრივ მომხმარებელზე (არსებობის შემთხვევაში) მიწოდება ან კოგენერატორის დაყენება და ელექტროენერჯის გამომუშავება). დღეისათვის თბილისერვის ჯგუფის მიერ 2019 წლის დასაწყისში ჩატარებული ტენდერის შესაბამისად (CPV 7150000 “ქ. თბილისის მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონის 1-ლი და მე-2 -ე უჯრედების სრული იზოლაციის, რეკულტივაციისა, გაზშემკრები სისტემის მოწყობის და ბიოგაზის ღირებულ პროდუქტად გარდაქმნის, მე-3-ე უჯრედის ექსპლუატაცია-განვითარების და საბოლოო რეკულტივაციის კონცეპტუალური პროექტის მომზადება, შესყიდვების ორგანიზება, სამშენებლო ზედამხედველობა და პროექტის მართვა”) ნორიოს ნაგავსაყრელზე დაგეგმილია პოლიგონის პირველი და მეორე უჯრედების ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებით გაფართოების ბიოგაზის შეგროვების სისტემის ცენტრალურ კოლექტორზე ბიოგაზის შეგროვების და გადამუშავების სისტემასთან მიერთების კონცეპტუალურ პროექტის შემუშავება რომლის ღირებულება სხვა ნაკლებად მნიშვნელოვან აქტივობებთან ერთად შეადგენს 1 178 514 ლარს, ამასთან იგი არ მოიცავს კო-გენერირების სადგურის მშენებლობას და ექსპლუატაციაში გაშვების ხარჯებს [4].

ჩვენი კვლევის მეორე ეტაპს წარმოადგენდა ნაგავსაყრელი გაზის გადამუშავების შედეგად მიღებული ენერჯის წყაროს (ბიომეთანი და ელექტროენერჯია) სასარგებლოდ გამოყენების ხარჯებისა და მოგების შეფასება Internal Rate of Return (IRR) [9] მეთოდოლოგიის გამოყენებით (ცხრილი 2-3).

2-3 ცხრილებიდან ჩანს, რომ ლილოს/ნორიოს პოლიგონზე გენერირებული ნაგავსაყრელი გაზის/ბიოგაზის ბიომეთანის გამოყენებისას ხარჯების ანაზღაურება მოხდება 8 წელიწადში, ხოლო ელექტროენერჯად გადამუშავებისას – 16 წელიწადში.

გრძელვადიანი ხარჯების ანაზღაურების მიუხედავად ნაგავსაყრელი გაზის/ბიოგაზის სასარგებლო უტილიზაცია მნიშვნელოვან გარემოსდაცვით მექანიზმს წარმოადგენს, ეკონომიკური აღმავლობის და შედეგად ნარჩენების რაოდენობის ზრდის პარალელურად, ამასთან პროექტის რეალიზაციის შედეგად დანახარჯის კომპენსაცია, პროექტის რენტაბელობა და ფინანსური რისკი დამოკიდებულია ტექნოლოგიის წარმატებულობაზე.

ცხრილი 2. ბიოგაზი - ბიომეთანის ალტერნატივა (Internal Rate of Return (IRR) მეთოდოლოგია)

ა	წლები	2019-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2040
	ბიომეთანი მილიონი მ ³	8.25	9.75	12.75	15.00
გასაყიდი ფასი (USD)	0.14	0.14	0.14	0.14	
შემოსავლები, (USD)	1 113 750	1 316 250	1 721 250	2 025 000	
ცვლადი ღირებულება, (USD)	111 375	131 625	172 125	202 500	
ფიქსირებული ღირებულება, (USD)	90 000	90 000	90 000	90 000	
ანალიზური მაჩვენებელი EBITDA, (USD)	912 375	1 094 625	1 459 125	1 732 500	
ინტერესები (7%), (USD)	193 603	169 103	144 603	72 301	
ამორტიზაცია, (USD)	213 333	213 333	213 333	213 333	
საგადასახადო (15%), (USD)	75 816	106 828	165 178	217 030	
ფულადი სახსრების დინება, (USD)	642 957	818 694	1 149 344	1 443 169	
სუფთა შემოსავალი, (USD)	429 623	605 361	936 011	1 229 836	
ბ	კაპიტალური ხარჯები (USD)	შემოსავალი			
	ადგილის მოწყობა	500 000	წელი	წელიწადში, (USD)	ჯამურად, (USD)
	გაზის ექსტრაქცია	350 000	1	429 623	429 623
გაზის გასუფთავება	750 000	2	429 623	859 247	

კომპრესია	600 000	3	605 361	1 464 607
ტრანსპორტი	1 000 000	4	605 361	2 063 968
სამუშაო კაპიტალი	500 000	5	605 361	2 675 329
სულ	3 700 000	6	605 361	3 280 690
		7	605 361	3 886 051
გაუთვალისწინებელი ხარჯი	555 000	8	936 011	4 822 061
სრული ღირებულება	4 255 000	9	936 011	5 758 072
		10	936 011	6 694 083
კაპიტალი (35%)	1 489 250	11	936 011	7 630 094
დავალიანება	2 765 750	12	1 229 836	8 859 929

ცხრილი 3. ბიოგაზი - ელექტროენერჯის გამომუშავება (Internal Rate of Return (IRR) მეთოდოლოგია)

წლები	2019-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2040
ბიომეთანი მილიონი მ ³	8.25	9.75	12.75	15.00
ელექტროენერჯის წარმოება, წილი	1.00	1.00	1.00	1.00
კვტ/საათში წელიწადში	8 760 000	8 760 000	8 760 000	8 760 000
უტილიზაციის მოცულობა, წილი	0.90	0.90	0.90	0.90
გასაყიდი ფასი (USD)	0.100	0.100	0.100	0.100
შემოსავლები, (USD)	788 400	788 400	788 400	788 400
ცვლადი ღირებულება, (USD)	60 000	60 000	60 000	60 000
ფიქსირებული ღირებულება, (USD)	60 000	60 000	60 000	60 000
ანალიზური მაჩვენებელი EBITDA, (USD)	668 400	668 400	668 400	668 400
ინტერესები (7%), (USD)	182 000	157 500	133 000	66 500
ამორტიზაცია, (USD)	233 333	233 333	233 333	233 333
საგადასახადო (15%), (USD)	37 960	41 635	45 310	55 285
ფულადი სახსრების დინება, (USD)	448 440	469 265	490 090	546 615
სუფთა შემოსავალი, (USD)	215 107	235 932	256 757	313 282
კაპიტალური ხარჯები (USD)		შემოსავალი		
ადგილის მოწყობა	300 000	წელი	წელიწადში, (USD)	ჯამურად, (USD)
კონტროლი/გასუფთავება	3 000 000	1	215 107	215 107
ტრანსპორტი	200 000	2	215 107	430 213
საბრუნავი	500 000	3	235 932	666 145
სულ	4 000 000	4	235 932	902 077
		5	235 932	1 138 008
კაპიტალი (35%)	1 400 000	6	235 932	1 373 940
დავალიანება	2 600 000	7	235 932	1 609 872
		8	256 757	1 866 628
		9	256 757	2 123 385
		10	256 757	2 380 142
		11	256 757	2 636 898
		12	256 757	2 893 655
		13	313 282	3 206 937
		14	313 282	3 520 218
		15	313 282	3 833 500
		16	313 282	4 146 782

აღსანიშნავია აგრეთვე ის ფაქტიც, რომ ლილოს/ნორიოს ნაგავსაყრელზე 2025 წლისათვის ბიოგაზის უტილიზაცია ალტერნატიული ენერჯეტიკის გამოყენების გარდა თავის წვლილს შეიტანს ქვეყნის ეკონომ-

იკის გააუმჯობესებაში (1 ტონა სერტიფიცირებული CO₂-ის ეკვივალენტის ფასის 5 აშშ დოლარი) და შესაბამისად ხელს შეუწყობს საქართველო-ევროკავშირის ასოცირების შესახებ შეთანხმებით აღებული ვალდებულებების შესრულებას.

ყოველივე ზემოთაღნიშნულიდან გამომდინარეობს, ის რომ ნაგავსაყრელი გაზის/ბიოგაზის უტილიზაციის სახელმწიფო პროექტი ხელს შეუწყობს ქვეყნის ნარჩენების მართვის ჰარმონიზაციას ევროკავშირის სტანდარტებთან და გააუმჯობესებს რეგიონის ეკოლოგიურ და შემდგომ ეკონომიკურ მდგომარეობას.

ლიტერატურა– REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. <http://remissia.ge>, დაბალემისიებიანი განვითარების სტრატეგიების შესაძლებლობათა გაძლიერება სუფთა ენერჯის პროგრამა, ქალაქ ბათუმის ენერჯეტიკის მდგრადი განვითარების სამოქმედო გეგმა;
2. <http://waste.gov.ge>;
3. <http://remissia.ge>, დაბალემისიებიანი განვითარების სტრატეგიების შესაძლებლობათა გაძლიერება სუფთა ენერჯის პროგრამა, ქალაქ თბილისის ენერჯეტიკის მდგრადი განვითარების სამოქმედო გეგმა;
4. <http://tbilisi.gov.ge>, თბილსერვის ჯგუფის მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მართვის სამსახური, 2019;
5. <http://ecohydmnet.ge/narchenebi.html>, SRNSFG-პროექტი, FR/88/9-220/14 საქართველოში მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დაგროვების რაოდენობის და მორფოლოგიური შემადგენლობის დადგენის მეთოდოლოგიის შემუშავება და მონაცემთა ბაზის შექმნა, 2015-2017;
6. <https://www.geostat.ge/ka/modules/categories/41/mosakhleoba>;
7. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878029616301062>; N.L.Dvalishvili, Establishment of Energy Potential of Norio Landfill of Municipal Solid Waste of Tbilisi, Procedia Environmental Sciences, Volume 35, 2016, Pages 377-380;
8. ს. მდივანი, ნ. ნასყიდაშვილი, ნ. ვაშაყმაძე, ს. მამულია “ნორიოს მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონის დახურული სექტორიდან გამოყოფილი აირების რაოდენობრივი წევასება”, საქართველოს ქიმიური ჟურნალი, 2015;
9. <https://www.investopedia.com/terms/i/irr.asp>.

უაკ 504.03, 504.054, 330.123.72

ქ. თბილისის მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პოლიგონის ენერგოეფექტურობის სოციალური და ეკოლოგიურ-ეკონომიკური შეფასება/დვალისვილი ნ., შავგულიძე გ., გრირი ნ., ერისთავი დ./სტუ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეფ. შრ. კრებ. – 2019. – ტ.127. – გვ.85-90. – ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. შესწავლილია ქ. თბილისის მყარი საყოფაცხოვრებო განთავსების ადგილიდან მეთანის ემისია ენერგოეფექტურობის სოციალური და ეკოლოგიურ-ეკონომიკური შეფასების მიზნით, დადგენილია, რომ ელექტროენერჯის სახით ბიოგაზის გამოყენების შემთხვევაში ხარჯების დაფარვა მოხდება 16 წელიწადში, ხოლო ბიომეთანად გამოყენებისას – 8 წელიწადში. ამასთან აღნიშნულ გათვლებში არ არის გათვალისწინებული 1 ტონა ნახშირორჟანგის ეკვივალენტის ემისიის საფასური, ხოლო ბიომეთანისა და ელექტროენერჯის ფასი ნაწილობრივსუბსიდირებულია.

UDC 504.03, 504.054, 330.123.72

Social and Environmental-Economic Assessment of the Energy Efficient of the Municipal Solid Waste Landfill of Tbilisi /Dvalishvili N, Shavgulidze G., Greer N., Eristavi D./ Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2019 - vol.127 - pp.85-90. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. To assess the social and ecological-economic energy efficiency, the emission of methane produced from Tbilisi solid waste landfill has been studied. It has been established that in the case of using biogas as electricity, the costs will be paid off after 16 years, and with the use of biomethane - after 8 years. In addition, the calculations do not take into account the price per ton of emissions of carbon dioxide equivalent, and the prices for biomethane and electricity are partly subsidized.

УДК 504.03, 504.054, 330.123.72

Социальная и эколого-экономическая оценка энергоэффективности свалки твердых бытовых отходов Тбилиси. /Двалишвили Н., Шавгулидзе Г., Грир Н., Эристави Д. / Науч. Реф. Сб. Труд. ИГМ ГТУ - 2019. вып.127 - с.85-90. Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. С целью оценки социальной и эколого-экономической энергоэффективности изучена эмиссия метана гинеруемого со свалки твердых бытовых отходов Тбилиси. Установлено, что в случае использования биогаза в качестве электроэнергии, затраты будут окуплены через 16 лет, а при использовании биометана - через 8 лет. Кроме того, в расчетах не учитывается цена за тонну выбросов эквивалента углекислого газа, а цены на биометан и электроэнергию частично субсидированные.