УДК 622.3:504.05:519.86

Тажикбаева Санайым Тойгонбаевна[1],
улук окутуучу
Анарбай кызы Сажида[2],
илимий кызматкери

ПАЙДАЛУУ КЕН БАЙЛЫКТАРДЫ КАЗЫП АЛУУНУН АЙЛАНА-ЧӨЙРӨГӨ ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИНИН НЕГИЗГИ КӨРСӨТКҮЧТӨРҮН СТАТИСТИКАЛЫК МОДЕЛДЕШТИРҮҮ ЖАНА БААЛОО

Тажикбаева Санайым Тойгонбаевна[1],
старший преподаватель
Анарбай кызы Сажида[2],
научный сотрудник

СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Tazhikbaeva Sanaiym Toigonbaevna[1],
senior teacher
Anarbai kyzy Sazhida[2],
researcher

STATISTICAL MODELING AND ASSESSMENT OF THE MAIN INDICATORS OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF MINERAL RESOURCES EXTRACTION

[1]Ош мамлекеттик университети, Ош, Кыргыз Республикасы
[2]КРП КР УИА ТБ А.С. Джаманбаев ат. Жаратылыш байлыктары институту, Ош, Кыргыз Республикасы

[1]Ошский государственный университет, Ош, Кыргызская Республика
[2]Институт природных ресурсов им. А.С. Джаманбаева ЮО НАН КР ПКР, Ош, Кыргызская Республика

[1]Osh state university, Osh, Kyrgyz Republic
[2]Institute of Natural Resources named after A.S. Dzhamanbaev SB NAS KR PKR, Osh, the Kyrgyz Republi

Аннотация. Кыргызстандын экономикасы үчүн негизги мааниге ээ болгон пайдалуу кен байлыктарды казып алуу процесси айлана-чөйрөгө олуттуу терс таасирин тийгизет. Мындай экологиялык зыяндуулукту сандык жактан баалоонун илимий ыкмалары, анын ичинде регрессиялык анализ, заманбап экологиялык изилдөөлөрдө маанилүү роль ойнойт. Изилдөөдө көп факторлуу регрессиялык анализдин заманбап ыкмалары: көп факторлуу сызыктуу регрессия, корреляция анализи, экологиялык таасирлерди статистикалык моделдөө колдонулду. Макалада Кыргызстандын кен байлыктарынын арасынан Нарын облусундагы Кавак бассейнининин Кара-Кече көмүр кени жана Өзгөн районундагы Жалпак-Таш айылындагы Сары-Таш кени изилдөө объектилери катары тандалып алынды. Өлкөнүн энергетикалык балансында көмүрдүн үлүшү 50%дан ашып, келтирилген экологиялык зыяндуулуктун 65%га жакын үлүшү пайдалуу кен байлыктарды казып алууга туура келет.

Изилдөөнүн жыйынтыгында Кыргызстандын кен казуу тармагы үчүн адистештирилген регрессиялык моделдер иштелип чыгылды. Кенди казып алууда көмүр кычкыл газы 1 миң тоннага көбөйсө, жалпы зыяндуулук 0,86 миң тоннага көбөйүшү, казылып алынган кен калдыктары 1 миң тоннага көбөйсө, жалпы зыяндуулук 1,044 миң тоннага өсүшү болжолдонду.

Түзүлгөн моделдер аркылуу кен казуу процессиндеги технологиялык параметрлер менен экологиялык көрсөткүчтөрдүн ортосундагы сандык байланыштарды аныктоо, экологиялык кесепеттерди болжолдоо мүмкүнчүлүгү жаралды.
Ачкыч сөздөр: пайдалуу кен байлыктар, көмүр, таш, казып алуу, экологиялык зыяндуулук, регрессиялык анализ.

Аннотация. Добыча полезных ископаемых, имеющая большое значение для экономики Кыргызстана, оказывает существенное негативное воздействие на окружающую среду. Научные методы количественной оценки такого ущерба окружающей среде, включая регрессионный анализ, играют важную роль в современных экологических исследованиях. В исследовании использованы современные методы многофакторного регрессионного анализа: многофакторная линейная регрессия, корреляционный анализ и статистическое моделирование воздействия на окружающую среду, позволяющие установить зависимость между технологическими параметрами и экологическими показателями в процессе добычи полезных ископаемых. В статье в качестве объектов исследования из числа минеральных ресурсов Кыргызстана выбраны угольное месторождение Кара-Кече в Кавакском бассейне Нарынской области и месторождение Сары-Таш в селе Жалпак-Таш Узгенского района. Доля угля в энергобалансе страны превышает 50%, а около 65% наносимого окружающей среде ущерба приходится на добычу полезных ископаемых. В результате исследования разработаны специализированные регрессионные модели для горнодобывающей промышленности Кыргызстана, позволяющие определять количественные взаимосвязи между технологическими параметрами и экологическими показателями в процессе добычи полезных ископаемых, а также прогнозировать экологические последствия.
Ключевые слова: полезные ископаемые ресурсы, уголь, камень, процесс добычи, экологические факторы, регрессионный анализ.

Annotation. Mining, which is vital to Kyrgyzstan's economy, has a significant negative impact on the environment. Scientific methods for quantifying such environmental damage, including regression analysis, play a vital role in modern environmental research. The study utilized modern methods of multivariate regression analysis: multivariate linear regression, correlation analysis, and statistical modeling of environmental impacts, which allow for the establishment of a relationship between technological parameters and environmental indicators in the mining process. This article examines Kyrgyzstan's mineral resources, focusing on the Kara-Keche coal deposit in the Kavak Basin of Naryn Oblast and the Sary-Tash deposit in the village of Zhalpak-Tash in the Uzgen District. Coal accounts for over 50% of the country's energy mix, and mining accounts for approximately 65% of environmental damage. As a result of the study, specialized regression models were developed for the mining industry of Kyrgyzstan, allowing for the determination of quantitative relationships between technological parameters and environmental indicators during the mining process, as well as for the prediction of environmental impacts.
Keywords: mineral resources, coal, stone, mining process, environmental factors, regression analysis.

Киришүү

Кыргызстан жаратылыш ресурстарына абдан бай өлкө жана пайдалуу кен байлыктарды казып алуу — Кыргызстандын экономикасынын маанилүү тармагы болуп саналат. Пайдалуу кендердин ар түрдүү түрлөрү бар жана алардын ичинен дүйнөлүк мааниге ээ болгон чоң кендер: алтын, көмүр, сымап, жарымметалл кендери, курулуш материалдарынын кендери (курулуш, декоративдик таштар). Кен байлыктардын көп болушу – өлкө үчүн чоң артыкчылык. Аларды казып, иштетүү өлкөгө экономикалык жактан пайдалуу, мисалы, көмүрдү керектөө менен энергетикалык коопсуздук камсыздалат, курулуш таштарын иштетүү инфраструктураны өнүктүрүүгө салымын кошот. Бирок бул тармак жаратылыштын табигый балансын бузуп, айлана-чөйрөгө өзгөчө терс таасирлерди

тийгизиши мүмкүн.: жер кыртышы бузулат, суулар булганат, чаң жана уулуу калдыктар чыгат [1].

Экологиялык зыяндуулуктун олуттуу бөлүгү кен казуу учурунда пайда болгондуктан, бул процесстин экологиялык аспектилерин так жана илимий негизде анализдөө маселеси актуалдуу маселелерден болуп саналат.

Макаланын максаты – Кыргызстандын кен байлыктарын казып алуу процессиндеги айлана-чөйрөгө тийгизген терс таасирлерин регрессиялык моделдер аркылуу сандык баалоо.

Изилдөөнүн методу. Коюлган маселени ар тараптуу изилдөө жана сандык баалоо үчүн регрессиялык моделдерди колдонуунун илимдеги мааниси чоң. Регрессиялык анализ – көз каранды өзгөрүлмө (мисалы, экологиялык зыяндын деңгээли) менен көз карандысыз факторлордун (мисалы, казып алуу көлөмү, технологиянын түрү, фильтрациялык системанын болушу, газдардын чыгышы) ортосундагы байланыштын сандык моделин берет. Илимде жана практикада регрессиялык анализ негизги курал катары колдонулат, анткени анын жардамында прогноздоого мүмкүндүк болот [2]. Мисалы, пайдалуу кен байлыкты казып алуунун көбөйүшүнөн, абага бөлүнгөн зыяндуу заттардын канчалык өсүшү алдын - ала аныкталат. Ошону менен бирге эле бул моделдер пайдалуу кен байлыктарды казып алуунун технологиялык жана экономикалык параметрлери менен экологиялык көрсөткүчтөрдүн ортосундагы көз карандылыкты аныктоого жардам берет.

Маселени чечүү. Кыргызстанда кен казуу өлкөнүн көпчүлүк аймактарында жүргүзүлүп, алтын, күмүш, көмүр жана башка минералдар өндүрүлөт. Бирок кен казуу өтө татаал жана түйшүктүү процесс. Анын натыйжасында топурактын жана ландшафттын бузулушу, суу булактарынын булганышы, атмосферанын булганышы, өрттүн пайда болушу келип чыгышы мүмкүн.

Мисалы, көмүр казуу процессине токтололу. Көмүрдү казып алуу - көп баскычтуу жана татаал илимий-техникалык процесс [3]. Аны үч негизги этапка бөлүүгө болот: алдын-ала анализ жана даярдоо, казып алуу.

1. Алдын - ала изилдөө. Бул этапта кендин запасынын көлөмү жана казууга ылайыктуу аймактар аныкталат. Кен казуу процессинин жергиликтүү экологияга тийгизген таасири изилденет.

2. Көмүрдү казуу процесси. Мында эки негизги ыкма менен жүргүзүлөт: ачык (карьердик) ыкма жана жабык (шахталык) ыкма. Жер бетине жакын жайгашкан көмүр катмарларын казууда ачык ыкма колдонулат. Ачык казуу ыкмасы экономикалык жактан чоң көлөмдөгү өндүрүш үчүн ыңгайлуу болгону менен айлана-чөйрөгө тийгизген терс таасири күчтүү.

Жер бетинен терең жайгашкан көмүр катмарларын казууда шахталык ыкма колдонулат. Шахталык казуунун экологияга тийгизген зыяны азыраак болгону менен, мында техникалык жана экономикалык татаалдыктар жаралат.

Ушул сыяктуу экологиялык маселелер Сары-Таш кенинен таш казып алуу иштеринде да орун алып, экологиялык баланска олуттуу коркунуч жаратышы мүмкүн. Сары-Таш кени Жалпак-Таш айыл аймагында, Өзгөн районунун тоолуу бөлүгүндө жайгашкан. Кен негизинен известняк, травертин жана башка курулуш таштарын камтыйт. Бул ресурстар жолдорду курууда, имараттарды каптоодо жана архитектуралык жасалгаларда кеңири колдонулат.

Жалпысынан пайдалуу кен байлыктарды казып алууда төмөнкү экологиялык зыяндар келтирилет:

а) Топурак жана ландшафтын бузулуусу: кендерди казып алуунун натыйжасында топурактын эрозиясы күчөп, жер ресурстарынын продуктивдүүлүгү төмөндөйт, өсүмдүк менен жаныбарлардын жашоо чөйрөсү бузулат.

б) Абанын булганышы: кендерди казуу процессиндеа чаң жана анын майда бөлүкчөлөрү, көмүртектин оксиди, күкүрттүн диоксиди, азоттун оксиди жана диоксиди сыяктуу көп өлчөмдөгү зыяндуу заттар атмосферага бөлүнүп чыгат (1-таблица).

1-таблица - Кен казуунун этаптарындагы экологиялык зыяндуулуктар

Кен казуунун этаптары	Бөлүнүп чыгуучу зыяндуу газдар	Газдардын пайда болуу себеби
Геологиялык чалгындоо	CO_2, NO_x	Транспорт жана техниканы иштетүүдөн
Жер казуу (карьер, шахта)	CH_4, CO_2, NO_x, SO_2	Жер катмарынан метан бөлүнүп чыгат, техникалардын дизель же бензин менен иштешинен
Жардыруу иштери	NO_x, CO, SO_2	Жардыруучу заттардын химиялык реакциясынан
Кенди ташуу жана иштетүү	CO_2, NO_x	Отунду күйгүзүүдөн, майды иштетүүдөн
Кендин калдыктарын күйгүзүү	CO_2, SO_2, NO_x, CH_4	Парник газдары бөлүнүп чыгат

в) Суунун булганышы: кендерди казуу же иштетүү учурунда агып чыккан саркынды суулар, уулуу химиялык заттар жер астындагы суулардын сапатын бузат; калдыктар агын сууларга кошулуп, дарыяларга зыян келтирет; бул айылдагы тургундардын ичүүчү суу сапатын төмөндөтөт.

д) Ызы-чуу жана вибрация: жардыруунун жана техниканын катуу үнү жашоочулардын психологиялык абалына терс таасир берет.

3. Социалдык таасирлери: жергиликтүү тургундардын саламаттыгына олуттуу терс таасирин тийгизет; айыл чарба жерлери кыскарат, мал чарбасына тоскоолдук жаралат; айылда жашоо сапаты төмөндөйт.

Айлана-чөйрөгө зыян келтиргендиги үчүн кен казуучу компаниялардын мамлекетке төлөгөн компенсацияларынын көлөмү өтө төмөн болгондуктан (2-таблица), булганууну кыскартууга же калдыктарды минималдаштырууга бул талап стимул бере албайт [4].

2-таблица . Компенсациянын көлөмү

Булгануунун түрү	Сом (тоннасына)
Абанын булганышы	3,24
Суулардын булганышы	10,50
Таштандылардын пайда болушу	3,24

Макалада Кыргыз Республикасынын Жаратылыш ресурстары, экология жана техникалык көзөмөл министрлиги тарабынан 2010–2020-жылдар аралыгында жүргүзүлгөн изилдөөлөрдүн статистикалык жыйынтыктары пайдалуу кен байлыктарды казып алуу процессинин айлана-чөйрөгө тийгизген таасирин аныктоо максатында колдонулду [5]. Статистикалык жыйынтыктар боюнча изилдөө эки багытта каралды (1-сүрөт):

Жалпы зыяндуулук (мин тонна)	CH_4	CO_2	CO	SO_2	NO_x
y	x1	x2	x3	x4	x5
11,2	136	6,4	198,8	34,9	21,7
13	140	7,9	216	38,5	27,2
14,8	144,6	9,4	251,8	41,6	31,8
14,8	147,5	9,4	271,9	38,7	33,9
15,5	154,8	9,7	229,5	53,2	31,2
16,2	158,2	10,3	237,8	61	32,9
14,9	161,8	8,8	234,5	40,5	29,7
15,8	167,8	9,4	237	38,5	32,3
17,8	174,3	11,4	266,6	42,6	35,9
15,2	178,9	8,7	224	30	29,3
14,7	183,6	8	223,3	48,3	27,1

Жалпы зыяндуулук (мин тонна)	Пайдалуу кен байлыктарды казып алуунун көлөмү	Учуп чыгуучу заттардын эмиссиясы	Саркынды сууларды тазалоо жана төгүү	Калдыктарды күйгүзүү
y	x1	x2	x3	x4
11,2	575	93	179	6,2
13	830,7	95,3	177	7,5
14,8	1163,9	108	181	9,1
14,8	1406,8	119	192	8,8
15,5	1812	132	197	9
16,2	1928,7	140	197	9,8
14,9	1851,3	166	213	8,3
15,8	1870,4	182,6	216	8,9
17,8	2395,2	216,8	225	10,7
15,2	2606	243,9	235	7,9
14,7	2677,7	304	236	7,3

1- сүрөт. Кендерди казып алуудагы экологиялык зыяндуулукту аныктоо

Бул изилдөөдө кен казып алуу процессиндеги жалпы экологиялык зыяндуулукка таасир этүүчү факторлордун күчү аныкталат. Мында баалоо үчүн эконометрикалык методдордун ичинен корреляциялык жана регрессиялык анализ ыкмалары колдонулат.

Жыйынтык. 1-кадамда берилгендер үчүн корреляциялык анализ жүргүзүлөт:

	y	x1	x2	x3	x4	x5
y	1					
x1	0,639096	1				
x2	0,944152	0,356193	1			
x3	0,707604	0,157507	0,801858	1		
x4	0,396698	0,073521	0,441684	0,136274	1	
x5	0,896708	0,304047	0,959216	0,904532	0,31781	1

	y	x1	x2	x3	x4
y	1				
x1	0,7279409	1			
x2	0,453095547	0,908602767	1		
x3	0,563321167	0,94426212	0,959074927	1	
x4	0,905154283	0,378412833	0,053419027	0,171556	

2- сүрөт. Өзгөрүлмөлөрдүн ортосундагы байланышты аныктоо

2- кадамда регрессиялык анализ аткарылат, мында коюлган 2 маселени өз-өзүнчө карайлы.

1- *маселени чечүү:*

ЖЫЙЫНТЫК	
Регрессиялык статистика	
R	0,9989722
R-квадрат	0,9979454
Норм. R-квадрат	0,9958909
Стандарттык ката	0,1086342
Изилдөө	11

Дисперсиялык анализ					
	df	*SS*	*MS*	*F*	*F маан.*
Регрессия	5	28,66099	5,732199	485,7223	1,04E-06
Калдык	5	0,059007	0,011801		
Жалпы:	10	28,72			

	Коэффициенттер	*Стандарттык ката*	*t-статистика*	*P-маани*	*Төмөнкү 95%*	*Жогорку 95%*	*Төмөнкү 85,0%*	*Жогорку 85,0%*
Жалпы зыяндуулук	-0,05512	0,634529	-0,08687	0,934148	-1,68623	1,575988	-1,133413917	1,02317407
CH4	0,0364523	0,002416	15,0863	2,32E-05	0,030241	0,042663	0,032346213	0,04055839
CO2	0,8604251	0,121213	7,098449	0,00086	0,548837	1,172013	0,654440043	1,06641006
CO	-0,007131	0,004635	-1,53861	0,184516	-0,01905	0,004783	-0,015007777	0,00074509
SO2	0,0030578	0,005001	0,611477	0,567614	-0,0098	0,015912	-0,005440072	0,01155557
Nox	0,0970811	0,052687	1,842583	0,124733	-0,03836	0,232519	0,007545938	0,1866162

3- сүрөт. Регрессиялык жана дисперсиялык анализдин жыйынтыгы

Коюлган 1-маселенин көп өзгөрүлмөлүү регрессиялык модели төмөнкү 2 көрүнүшкө ээ болду:

$$y = -0{,}055 + 0{,}036 \cdot x_1 + 0{,}860 \cdot x_2, \text{мында } \alpha = 0{,}05 \quad (1)$$

$$y = -0{,}055 + 0{,}036 \cdot x_1 + 0{,}860 \cdot x_2 + 0{,}097 \cdot x_5, \text{мында } \alpha = 0{,}15 \quad (2)$$

2- маселени чечүү:

ЖЫЙЫНТЫК	
Регрессиялык статистика	
R	0,997511833
R-квадрат	0,995029858
Норм. R-квадрат	0,99171643
Стандарттык ката	0,154241414
Изилдөө	11

Дисперсиялык анализ					
	df	*SS*	*MS*	*F*	*F маан.*
Регрессия	4	28,577258	7,144314	300,3022	4,89E-07
Калдык	6	0,1427425	0,02379		
Жалпы:	10	28,72			

	Коэффициенттер	*Стандарттык ката*	*t-статистика*	*P-маани*	*Төмөнкү 95%*	*Жогорку 95%*	*Төмөнкү 85,0%*	*Жогорку 85,0%*
Жалпы зыяндуулук	1,774706779	1,6612997	1,068264	0,326485	-2,29035	5,839761	-0,96673	4,516139
Кендерди казып алуунун көлөмү	0,000682202	0,0003205	2,128225	0,077399	-0,0001	0,001467	0,000153	0,001211
Учуп чыгуучу заттардын эмиссиясы	-0,000861104	0,0030888	-0,27878	0,789771	-0,00842	0,006697	-0,00596	0,004236
Саркынды сууларды тазалоо жана төгүү	0,015705208	0,01009	1,556519	0,170589	-0,00898	0,040394	-0,00094	0,032355
Калдыктарды күйгүзүү	1,043650174	0,0646079	16,15359	3,58E-06	0,88556	1,20174	0,937036	1,150264

4- сүрөт. Регрессиялык жана дисперсиялык анализдин жыйынтыгы

Коюлган 2-маселенин көп өзгөрүлмөлүү регрессиялык модели төмөнкү 2 көрүнүшкө ээ болду:

$$y = 1{,}775 + 1{,}044 \cdot x_4, \text{мында } \alpha = 0{,}05 \quad (3)$$

$$y = 1{,}775 + 0{,}0007 \cdot x_1 + 1{,}044 \cdot x_4, \text{мында } \alpha = 0{,}15 \quad (4)$$

Жыйынтык жана сунуштар. (1), (2) теңдемелер кендерди казып алуу процессинде атмосферага бөлүнүп чыккан зыяндуу заттардын басымдуу бөлүгүн метан, азот оксиддери жана көмүр кычкыл газы түзөрүн көрсөттү. 1-таблицада метан жерди казууда жана кенди күйгүзүүдө, ал эми азот оксиддери менен көмүр кычкыл газы кенди казып алуунун бардык этаптарында бөлүнүп чыгары айтылган, ушул эле жыйынтык (1) теңдемеден да келип чыкты. Тактап айтканда, кенди казып алууда көмүр кычкыл газы 1 миң тоннага көбөйсө, жалпы зыяндуулук 0,86 миң тоннага көбөйөт. (3) жана (4) теңдемелердин көрсөткөнү боюнча, казып алуу көлөмүнүн экологиялык терс таасири, казылып алынгандан кийинки калдыктардын тийгизген терс таасирине салыштырмалуу өтө төмөн. Эгерде казылып алынган кен калдыктары 1 миң тоннага көбөйсө, жалпы зыяндуулук болжол менен 1,044 миң тоннага өсөт. Бул көрсөткөндөй, казып алуу процессин оптималдуу ыкма менен жүргүзүү жана калдыктарды максаттуу башкаруу аркылуу жалпы экологиялык зыяндуулукту кескин азайтууга мүмкүнчүлүк бар.

Мындай экологиялык зыяндуулуктарды азайтуу максатында пайдалуу кен байлыктарды казып алуу процессин оптималдаштыруунун төмөнкүдөй ыкмалары сунушталат:

1. Метанды көзөмөлдөө жана энергия булагы катары кайра колдонуу;
2. Казып алуу жана ташуу этаптарында энергияны үнөмдөөчү техникаларды колдонуу (электр, гибрид унаалар);
3. Техниканын күйүү системасын талапка ылайык жогорулатуу;
4. Жардыруу иштери үчүн экологиялык коопсуз реагенттерди колдонуу;
5. Кенди рационалдуу жана максаттуу пайдалануу;
6. Кенди казуу процессин үзгүлтүксүз мониторинг кылуу;
7. Жашылдандыруу жана рекультивация иштерин күчөтүү.

Колдонулган адабияттар:

1. Каримов К.А. Основные проблемы безопасности окружающей среды в Кыргызстане // ЭКОЛОГИЯ КЫРГЫЗСТАНА: проблемы, прогнозы, рекомендации. - Бишкек: Илим, 2000. – С. 5-9.
2. Шанченко Н.И. Эконометрика. Лабораторный практикум. – Ульяновск. УлГТУ. 2011, - 117 с.
3. Харионовский А.А., Литвинов А.Р. Оценка влияния на окружающую среду открытого и подземного способов добычи угля // Вестник научно-технический журнал. – 2016. - №4 - С. 113-118.
4. Сабырбеков Р., Оверленд И. Добыча полезных ископаемых, экологические проблемы и социальная лицензия на ведение деятельности в Кыргызстане // Высшая школа развития. Институт государственного управления и политики. - 2022. - доклад №68.

Кыргыз Республикасынын Жаратылыш ресурстары, экология жана техникалык көзөмөл министрлигинин сайты: https://mnr.gov.kg/