

UDK 338.82:622.27:553.042

Terekhov E., Dr.phil. habil., Doktorand vom Lehrstuhl für angewandte Ökonomik und Unternehmertum, State Higher Educational Institution «National Mining University»

### **BERÜCKSICHTIGUNG DES RISIKOS IN DER PLANUNG WIRTSCHAFTLICHER ERGEBNISSE DER NACHHALTIGEN BODENNUTZUNG NACH DEN TAGEBAUEN**

Im Aufsatz sind methodische Grundlagen der Berücksichtigung des Risikos in der Planung wirtschaftlicher Ergebnisse der Benutzung der nach den Tagebauen rekultivierten Böden angeführt. Die Gesetzmäßigkeit der Formierung von Qualitätseigenschaften von rekultivierten Böden ist analysiert. Die Empfehlungen zur Verminderung des Einflusses der technogenen Faktoren aufs Bodenpotenzial nach den Tagebauen sind erarbeitet.

**Keywords:** die rekultivierten Böden, die Qualitätseigenschaften des Bodens, die Bodenbonität, Kosten für die Bodenrekultivierung, nachhaltige Bodennutzung.

Терехов Є.В.

### **ВРАХУВАННЯ РИЗИКУ У ПЛАНУВАННІ ГОСПОДАРСЬКИХ РЕЗУЛЬТАТІВ СТАЛОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ПІСЛЯ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОЗРОБОК**

У статті наведені методичні основи врахування ризику за планування господарських результатів використання земель, рекультивованих після відкритих гірничих розробок. Проаналізовані закономірності формування якісних властивостей рекультивованих земель. Розроблені рекомендації щодо зменшення впливу техногенних факторів на потенціал землі після відкритих гірничих розробок.

**Ключові слова:** рекультивовані землі, показники якості землі, бонітет землі, витрати на рекультивацію землі, стале землекористування.

Terekhov E.

### **CONSIDERING RISK IN THE PLANNING OF ECONOMIC RESULTS OF SUSTAINABLE LAND USE AFTER OPEN PIT MINING**

In the article the methodical bases of taking into account the risk for the planning of economic results of the use of lands reclaimed after open mining were given. Laws of formation of qualitative properties of reclaimed lands are analyzed. Recommendations on reducing the impact of man-made factors on the potential of land after open mining have been developed.

**Key words:** reclaimed land, indicators of land quality, land bonus, costs for land reclamation, land use.

**Allgemeine Problemstellung und ihre Verbindung mit wichtigen wissenschaftlichen und praktischen Aufgaben.** Die Feststellung der Zweckmäßigkeit der Bodenrekultivierung nach den Tagebauen wird aus Sicht der zukünftigen wirtschaftlichen und ökologischen Ergebnisse der Bodennutzungen festgestellt. Diese Ergebnisse sind aber mit erhöhter Unsicherheit verbunden, was auf das Risiko der nachtagebaulichen Bodennutzung zurückgeht. Daher sollen jede erwarteten Ziele und Resultate der Bodenrekultivierung auf ein bestimmtes Maß abhängig vom Schweregrad ihrer Erreichung korrigiert werden. Auf dieser Grundlage können Nutzeigenschaften und Qualitätsniveau rekultivierter Böden zielgerichtet formiert werden.

**Analyse der letzten Recherchen, in welchen die Problemlösung angefangen wurde.** Das Problem der Risikoeinschätzung bei verschiedenen Wirtschaften ist von zentraler Bedeutung bei der Planung wirtschaftlicher Aktivitäten, denn viele ökonomische Entscheidungen unter den Bedingungen der Ungewissheit getroffen werden. Auf dem Gebiet

des Naturschutzes ist Risiko des Auftretens unerwünschter Ergebnisse noch spürbarer und hoher. Besonders sind die Risiken der Bodennutzung und ihren Einfluss auf die Investitionsattraktivität des Bodens ungenügend in der heimlichen wissenschaftlichen Praxis untersucht, betont Malaschuk O. [1, S. 116].

So sind z.B. die Böden das Milieu, das in sich fast alle anthropogenen Einflüsse aufnimmt. Bei großmaßstäbigen technologischen Eingriffen in den Boden multiplizieren sich bodenruinierende Prozesse anthropogener und natürlicher Herkunft, und die fruchtbare Bodenschicht ist besonders gefährdet. So, z.B. ist die Bodennutzung nach den Tagebauen besonders durch das Risiko der Bodendegradation geprägt und daher sollen die geplanten Ergebnisse der Bodenbewirtschaftung die Wahrscheinlichkeit ihrer Abweichung von ihren erwünschten Werten berücksichtigen, gibt Prokopenko V. an [2].

In der Untersuchung [3] ist die Gesetzmäßigkeit der Formierung schwankenden Bodenpotenzials nach den Tagebauen dargestellt, was grundlegend die Bodenfruchtbarkeit und -Einkommen beeinflusst. Wissenschaftler Litvinov Yu [4], Timoschenko L. [5] behaupten, dass die technologischen Einflüsse auf die Umwelt und die Nutzung durch die Technik modifizierter Naturressourcen im Falle der Verzögerung und ungenügender Erfüllung der Umweltschutzmaßnahmen zum besonderen Risiko weiterer Erschließung betroffener Gebiete führen werden, was in der Praxis der Fall ist. Als praktische Maßnahmen zur Verminderung des Bodenrisikos werden in der Studie [6] Kriterien gezeigt, die das Niveau der Bodenerhaltung in den Tagebauen widerspiegeln.

Ausgehend von oben gesagtem ist die Untersuchung von Problemen der Einschätzung von Risiken der Bodenbenutzung ein wichtiger Bestandteil der Planung aller Maßnahmen, die mit Bodenerhaltung und Bodenverbesserung verbunden sind. Man soll konkretisieren, mit welchen Kriterien die Ergebnisse der Bodenrekultivierung eingeschätzt werden, die trotz des Risikos erlangt werden sollen.

**Ziel der Recherche.** Als Ziel der Untersuchung ist die Analyse des Zusammenhanges zwischen dem Niveau der Bodenerhaltung in den Tagebauen und der Formierung des Risikos der Bodenverschlechterungen im Sinne nachhaltiger Bewirtschaftung des Bodens. Um die Abweichungen tatsächlicher Ergebnisse der Bodenrekultivierung von erwarteten Ergebnissen theoretisch begründen zu können, soll die Methode wissenschaftlicher Verallgemeinerung angewendet werden.

**Darlegung des Hauptmaterials mit voller Begründung erhaltener wissenschaftlicher Ergebnisse.** Im Laufe der Bodenrekultivierung wird bestimmtes Niveau der Bodennutzeigenschaften formiert. Die Bergbautreibenden schätzen dabei den Nutzen, der aus Bewirtschaftung der Böden erzielt werden kann. Insgesamt kann man behaupten, dass je höher die Kosten für die Bodenrekultivierung werden, desto höher soll auch der Nutzen aus neugeschaffenem Boden sein. Dieser Nutzen resultiert sich aus den Geldwerten nützlicher Produkte (bzw. Dienstleistungen), die auf dem Boden geschaffen werden können (Ausdruck 1).

$$N_i = \sum_{j=1}^m Q_j \cdot P_j \cdot S_j ,$$

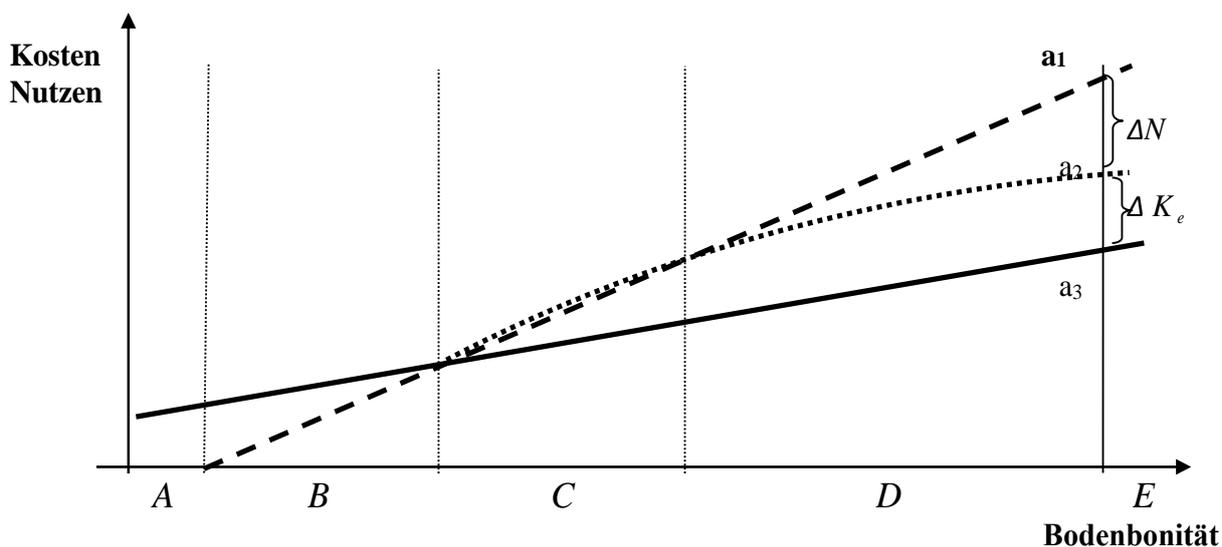
wo  $N_i$  – Geldwert des Nutzens vom  $i$ -ten Grundstück nach Bodenrekultivierung;  $Q_j$  – Umfang des erhaltenen Produktes  $j$ -ter Art aus Hektar  $i$ -ten Grundstücks;  $P_j$  – Preis der Mengeneinheit des  $j$ -ten Produktes;  $S_j$  – Teilfläche des  $i$ -ten Grundstücks, die für Erhalten des  $j$ -ten Produktes benutzt wird.

Insgesamt kann der erwartete Nutzen vom Boden als Ableitung von qualitativen und quantitativen Eigenschaften von Böden dargestellt werden. D.h. werden sowohl Bodenbeschaffenheiten wie z.B. Humusinhalt, -stärke, Inhalt der schadhaften Stoffen u.a, als

auch die rekultivierte Fläche eines Grundstücks hinsichtlich dessen Fläche vor Tagebau die Größe des nutzbaren Produktes bestimmen.

Ausgehend davon, dass mit Benutzung des Bodens verschiedene Produkte geschaffen werden können, kann die Nützlichkeit eines Grundstücks durch seinen Bonitätsgrad ausgedrückt werden. Nach dem Wachstum der Bodenbonität wird auch der erwartete Nutzen vom Boden gestiegen sein. Es entspricht den allgemeinen Darstellungen über die Formierung des Nutzens jeder ausgegebenen Kosten in die Schaffung nutzbarer Produkte, Technologien usw. Im Falle der Bodenrekultivierung wird aber das Wachstum des genannten Nutzens ab gewissem Kostenniveau allmählich absteigen (Abb.1).

Laut Abb. 1 steigen die Kosten für Bodenrekultivierung ständig nach der wachsenden Bodenbonität. Die Bodenbonität kann nach der Bodenruinierung so niedrig sein, dass entsprechendes Grundstück nach bestimmter Nutzungsart nicht benutzt werden kann. In diesem Fall entsteht noch kein Nutzen von technogenen Böden, nur die Kosten für Zugangsbarmachung des gestörten Grundstückes (Bonitätsniveau A). Im Bonitätsbereich B kann der Boden schon ein nutzbares Produkt bringen, dessen Geldbewertung allmählich den Kosten für Bonitätsformierung gleich werden kann. Obere Grenze des Bereiches B kann als Break-Even-Point der Bodenrekultivierung betrachtet werden. Ihre konkreten Werte werden für jede potenzielle Nutzungsart verschieden sein [3].



\* Bemerkung: — Linie der Kosten für die Formierung der Bodenbonität, - - - Linie des erwarteten Nutzens vom Boden, ..... Linie des tatsächlichen Nutzens vom Boden. A, B, C, D, E – Zonen der Formierung der Bodenbonität mit verschiedenem Kosten-Nutzen Verhältnis.

Abb.1 – Kosten-Nutzen Verhältnis bei der Bodenrekultivierung nach den Tagebauen

Falls wird davon ausgegangen sein, dass Tempo der Bodenverbesserungen in ersten Jahren der Bodenrekultivierung sich auch später in den Jahren der stabilen Bodenbewirtschaftung erhalten wird, dann wird die Linie des Nutzens vom rekultivierten Boden als ständig wachsend dargestellt sein (Bereiche C, D, E). An der wahr werden aber die Ergebnisse der Bodennutzung durch mannigfaltige Risiken der Bodenverschlechterungen (Degradation) etwa niedriger sein, als erwartet wird. Dies passiert überwiegend durch gestörte Umläufe der bodenchemischen und physischen Prozesse, die von äußeren Einflüssen, Überbeanspruchungen des Bodens besonders abhängig sind. Außerdem wird die ständige Verbesserung von für die Bodenbonitätsformierung wichtigen Bodenparametern nach bedeutender Nutzrichtung ab ihrem bestimmten Niveau immer weniger relevant für die

Formierung des nutzbaren Produktes von Böden. So, demonstriert Tab. 1 am Beispiel des Anbaus des Winterweizens auf den rekultivierten Grundflächen des Ordjonikidsker Bergbaukombinat (Ukraine) die Veränderung der Fruchtbarkeit des Bodens (lehmhaltiger und mit Sand vermischter Boden) abhängig von seiner Humusstärke.

Laut der Tab. 1 wird optimale Humusstärke des Bodens des Ordjonikidsker Bergbaukombinats für Getreideanbau auf dem Niveau 500...600 mm sein. Mit Anwendung des Parreto-Prinzips wird klar, dass die Geldausgaben für die Formierung der Bodenfruchtbarkeit durch Humusstärke im Bereich 100...400 mm sind am produktivsten (Abb. 2). Weitere 400 mm der Humusstärke im Bereich 401...800 mm sind schon weniger produktiv als die ersten, und letzte 800...1300 mm spiegeln das restliche geringe Wachstum der Bodenfruchtbarkeit wider.

Tabelle 1

Veränderung der Bodenfruchtbarkeit abhängig von Humusstärke

Humusstärke des Bodens, mm	Bodenfruchtbarkeit, Zentner pro Hektar	Zuwachs		Beitrag zur gesamten Fruchtbarkeit, %
		mm	Zentner pro Ha	
40	6,5	60	---	---
100	7,5	100	1	2,666667
200	12	100	4,5	12
300	20	100	8	21,333333
400	27	100	7	18,666667
500	32	100	5	13,333333
600	35	100	3	8
700	37	100	2	5,333333
800	37,5	100	0,5	1,333333
900	37,5	100	0	0
1000	37,5	100	0	0
Total			37,5	100

\* Bemerkung: anhand [2,7].

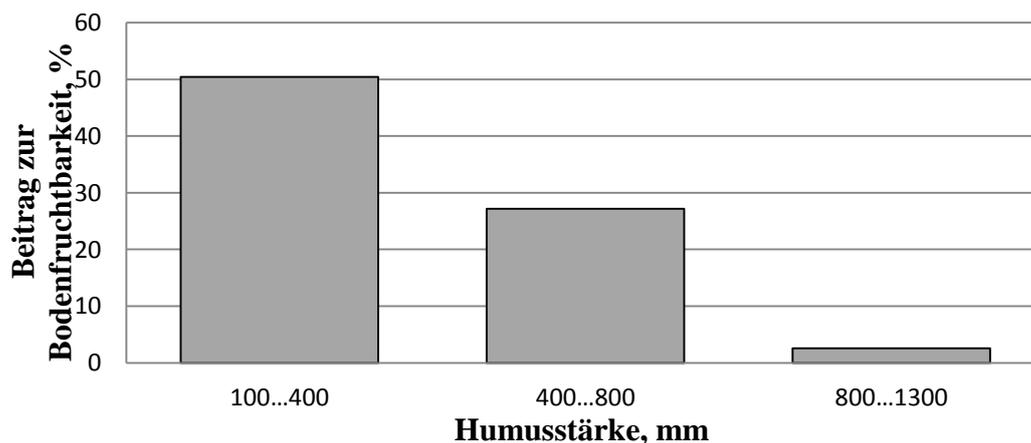


Abb.2 – Beitrag zur Bodenfruchtbarkeit der Humusstärke rekultivierten Bodens nach Parreto-Prinzip

Dies bestätigt die Abweichung von linearen Abhängigkeiten im Wachstum des nutzbaren Produktes des rekultivierten Bodens, das erwirtschaftet werden kann. Die wachsenden Bodenwerte werden ab ihrem bestimmten Niveau immer weniger das nutzbare Produkt des Bodens beeinflussen. Im Falle der Nutzung der rekultivierten Böden zum

Getreideanbau wird die Erhöhung der Humusstärke über 800 mm zum unwesentlichen Wachstum der Bodenfruchtbarkeit führen, denn das Wurzelsystem des Weizens entwickelt sich in der darüber liegenden Bodenschicht. Die linearen Ausgaben für die Bodenrekultivierung entsprechen in diesem Falle immer weniger wachsendem Umfang der Bodenernte. Dieses Beispiel bestätigt die Hypothese über die Abweichung des Wachstums des nutzbaren Produktes rekultivierten Bodens vom linearen Wachstum. Diese Abweichung ist in jedem Fall eigenartig und ist vor allem von Nutzungsart des Bodens abhängig. So, laut der Abb.1 wird erwartet, dass im Prozess der Bodenbewirtschaftung solche Abweichungen seiner Geldwertkennziffern formiert werden:  $\Delta N$  – Abweichung des Geldwertes tatsächlichen nutzbaren Produktes des Bodens ( $a_1$ ) vom seinem erwarteten Wert ( $a_2$ );  $\Delta K$  – Abweichung des Wertes tatsächlich erwirtschafteten Produktes aus Boden von Ausgaben für die Bodenrekultivierung ( $a_3$ ). Minimale Differenz zwischen Punkten  $a_2$  und  $a_3$  bedingt größte Effektivität der Ausgaben für die Bodenrekultivierung ( $E_{\max}$ ):

$$E_{\max} = \frac{\Delta K_{\max(B_i)}}{A_{BR(B_i)}},$$

wo  $A_{BR(B_i)}$  – Ausgaben für die Bodenrekultivierung zur Erlangung des  $i$ -ten Bonitätsniveaus.

Die Abweichungen dieser Art resultieren sich aus Diskrepanz zwischen Anforderungen bestimmter Nutzungsart vom Boden an die Bodeneigenschaften und tatsächlich erreichten Bodennutzwerten. Die Frage der Verwaltung über die Risiken der nachtagebaulichen Bodennutzung soll auf dem Niveau der Schaffung der Böden stabiler und der konkreten Nutzungsart entsprechender Nutzwerten gelöst werden.

**Conclusion:** Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens des Risikos der Verminderung nutzbaren Produktes aus Boden und des Senkens der Effektivität der Bodenrekultivierung in den Tagebauen kann durch Feststellen des günstigsten Verhältnisses zwischen Ausgaben für die Formierung von Bodennutzeigenschaften und der aus diesen Eigenschaften resultierenden Bodenbonität vermindert werden. Es wurde festgestellt, dass nämlich die Bodenbonität beeinflussende Bodeneigenschaften formiert werden sollen, um die wirtschaftlichen Bodenrisiken vermindern zu können. In Rahmen weiterer Untersuchungen soll das Verteilungsgesetz der Nutzeigenschaften von rekultivierten Böden analysiert werden, um die Empfehlungen zur Beeinflussung dieser Verteilung entsprechend der Nutzungsarten rekultivierter Grundflächen erarbeiten zu können.

#### References:

1. Малашук О.С. Ранжування землекористувань за ступенем інвестиційної привабливості / О.С. Малашук // Збалансоване природокористування. - № 3. – 2014. – с. 116-119.
2. Прокопенко В. І. Технологія і економіка гірничого землекористування / В.І. Прокопенко, В.І. Фененко, О.О. Кириченко. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. – 270 с.
3. Terehow E. V. Entwicklung des ökonomisch-ökologischen potentials von boden nachtagebaulicher entstehung zu nachhaltiger bewirtschaftung technogenerlandschaften / E. V. Terehow // Економічний форум. - 2014. - № 2. - С. 78-86.
4. Літвінов ЮІ Еколого-орієнтований імператив як напрям безпечного ведення видобувних робіт / ЮІ Літвінов // ЖДТУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eztuir.ztu.edu.ua/ispui/bitstream/123456789/6398/1/52.pdf>.
5. Тимошенко Л.В. Прогнозування обсягів фінансування природоохоронної діяльності гірничорудних підприємств / Л.В. Тимошенко, В.В. Лоскутова // Економічний простір – №75. – 2013. – с. 296-304.
6. Терехов Є.В. Покращення еколого-економічних результатів діяльності гірничодобувного підприємства в режимі землі збереження // Є.В. Терехов / Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки» – 2014. – № 5. – Ч.3. – С.202-205.
7. Фененко В. И. Экономическое и организационное обеспечение воспроизводства земельных ресурсов при эксплуатации марганцевых месторождений : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец 08.07.01 „Економіка природопольовання” / В. И. Фененко. – Днепропетровск, 2005. – 20 с.

*Рецензент д.е.н., професор Вагонова О.В.*