

Juri Kutlachmedov

Radioökologische Probleme der Tschernobyl-Katastrophe

Wiederherstellung und Gesundung des natürlichen und des landwirtschaftlichen Ökosystems. Effektivität von Gegenmaßnahmen¹

Einleitend demonstrierte der Vortragende mit eindrucksvollen farbigen Bildern, wie infolge der Katastrophe ein nahe dem Kraftwerksgelände gelegenes Waldstück ("Roter Wald") vollständig abgetötet wurde. Es wurde abgeholzt und unter einer Sandschicht begraben, was sich, wie noch gezeigt werden wird, als Fehler erwies.

Vorge stellt wurde das 5 km vom Kraftwerk entfernte biologische Testgelände Burjakovka. Auf diesem Gelände werden Experimente zur Akkumulation und Abreicherung von Radionukliden durchgeführt, wobei es um die Auswahl von Pflanzen mit anomal hohen Akkumulationsfaktoren geht, um Möglichkeiten optimaler Phytodeaktivierung von Böden zu erkunden. Begründet werden konnte dabei ein optimiertes System des Fruchtwechsels bei spezieller Behandlung des Saatgutes und vermehrter Zufuhr von Düngemitteln und Mikroorganismen in den Boden. Im Verlaufe von 4-5 Jahren konnte ein Dekontaminationsfaktor von 4 erreicht werden. Bei Grasböden, die nach dem Unfall nicht umgepflügt wurden, erwies sich ein maschinelles Abschälen der Rasenschicht von 1-5 cm Dicke als optimal.

Um die Vielzahl der radioökologischen Probleme infolge der Tschernobyl-Katastrophe weiter zu verdeutlichen, griff der Vortragende beispielhaft folgende heraus:

Der allgemeine Einfluß von Gegenmaßnahmen auf die Ökosysteme selbst kann erheblich größer sein als ihre spezielle Wirkung auf die Kontamination mit Radionukliden. Dies gilt besonders für die Anwendung aggressiver mechanischer Mittel der Dekontamination wie Bulldozer,

¹ Zusammenfassung eines Vortrags vor der Klasse Naturwissenschaften der Leibniz-Sozietät am 18. April 1996 (Redaktionelle Bearbeitung: K. F. Alexander und H. Abel)

Schaber, Grader usw. In der industriellen Zone des Kraftwerks wurden mit solchen Methoden etwa 800 temporäre Grabstätten für kontaminiertes Material angelegt, von denen bis heute unklar ist, wie weiter damit zu verfahren ist.

Ein langfristiges Problem stellt die Verschleppung von Radionukliden durch Wasserabfluß aus den kontaminierten Gebieten dar. Abschätzungen zeigen, daß ca. 40 % der Zuflüsse des Dnepr aus der 30-km-Zone um das Kraftwerk Tschernobyl stammen. Weitere 40 % kommen aus belorussischen und 20 % aus anderen Territorien. Trotz des ebenen Charakters der Landschaft in der kontaminierten Zone ist, in Abhängigkeit von der Größe der Frühlings- und Herbstüberschwemmungen, eine merkliche Radionuklidkontamination der überfluteten Gebiete und des Wassers im Raum von Pripjat, Dnepr und der gesamten Dnepr-Kaskade nicht auszuschließen. Um den Oberflächenabfluß von Radioaktivität zu reduzieren, wurden filtrierende Dämme an den kleinen Flüssen der Zone angelegt, was sich jedoch als wenig effektiv erwies. Erfolgreicher war der Bau des Deichs Krasnjanska-Wiese am Überschwemmungsland des Pripjat (1991) und die 1986 erfolgte Regulierung des Dnepr-Abflusses.

Ein besonderes Problem der Radioökologie von Großstädten stellte sich am Beispiel von Kiew. Mehrere Gegenmaßnahmen für diese Stadt wurden erfolgreich realisiert und haben eine erhebliche Reduzierung der individuellen und kollektiven Strahlungsdosen gebracht. Die drei wichtigsten Gegenmaßnahmen waren die Wasserbehandlung, die Beseitigung des stark radioaktiv kontaminierten Laubfalls und die Verschickung der Kinder während des Sommers.

Die aggressive Nutzung mechanischer Dekontamination durch Entfernung einer oberen Bodenschicht von 10 - 20 cm Dicke hat zur Entblößung von Sand und daraus resultierenden Staubstürmen geführt. Daher wurden verschiedene Methoden der Staubunterdrückung erforderlich. Insbesondere V. Blagoew hat folgendes System vorgeschlagen und realisiert: In die mit Wasser fixierte Sandoberfläche wurden Schilfsetzlinge gepflanzt und unter deren Schutz mehrjährige Gräser gesät, welche schließlich die nackten Sandflächen in der 10-km-Zone um das Kraftwerk fixiert haben.

Der Vortragende hob hervor, daß das niedrige Niveau der gegenwärtigen theoretischen Radioökologie die Wahl einer Strategie für Gegenmaßnahmen erheblich erschwert und viele Irrtümern bedingt.

Als wichtigste Lehre von Tschernobyl ist anzusehen, daß die Analyse radioökologischer Prozesse in großen Ökosystemen ohne eine seriöse theoretische Basis - eine quantitative Radioökologie - nicht möglich ist.

Im Institut des Vortragenden wurde auf der Grundlage von Vorarbeiten durch Agre und Korogodin, die bereits in den sechziger Jahren im Laboratorium von Timofeeff-Ressovsky im Ural durchgeführt wurden, eine theoretische Methode entwickelt, um die Fähigkeit von Ökosystemen, eingetragene Radioaktivität dauerhaft und fest zu binden, d.h. ihre Radiokapazität, quantitativ zu bestimmen. Im einfachsten Fall eines Ökosystems, bestehend aus Wasser, Sediment und Biomasse, ist die Radiokapazität definiert als Quotient aus der Summe der im Sediment und in der Biomasse akkumulierten Radioaktivität zur im gesamten Ökosystem eingebrachten Radioaktivität. Mit zunehmender Biomasse bestimmt sie mehr und mehr allein die Radiokapazität des Systems, und in realen Fällen lassen sich für bestimmte Radionuklide Werte nahe 1 erreichen, d.h., daß diese Nuklide nahezu vollständig gebunden werden. Bei einer Kaskade solcher Systeme aus Wasser, Sediment und Biomasse mit geringer Strömung, wie es im Falle der Dnjepr-Kaskade (6 Stauseen) gegeben ist, erreicht die Radiokapazität z.B. für Cs-137 den Wert 0,9994.

Erste Testungen der Methode haben ihre Nützlichkeit bestätigt. So war es möglich, zur Verteilung von Cs-137 über die Dnjepr-Kaskade im Bodensediment und im Wasser vorauszusagen, daß der Hauptteil dieses Radionuklids im Schlick des Kiewer Reservoirs begraben werden wird. Insbesondere erlaubt diese Methode, diejenigen Teile eines Ökosystems auszuwählen, wo es notwendig erscheint, aktive Maßnahmen zur Dekontamination durchzuführen und, was besonders wichtig ist, ihre Effektivität im voraus zu bewerten.

An zwei Beispielen demonstrierte der Vortragende die Bewertungsmöglichkeiten von Maßnahmen auf der Grundlage der entwickelten Methode.

Das erste Beispiel betrifft das bereits einleitend erwähnte Vergraben des "Roten Waldes". Dies war eine radioökologisch und ökologisch äußerst ungünstige Lösung (darüber äußerte sich in einer Diskussion über diese Maßnahme Prof. F. Tichomirow schon 1986). Zunächst schien alles vollkommen korrekt: Die äußere Dosisleistung von 10 - 50 mGy / h auf einer Straße war sehr hoch, und es bestand Brandgefahr für den abgetöteten Wald. Die Beerdigung des Waldes reduzierte auch erwartungsgemäß die äußere Strahlenbelastung der Liquidatoren. Jedoch wurden hunderte von Kilocurie Radionuklide unter einer Sandschicht ohne die erforderliche

Abdichtung gegen Wasser vergraben. Das eine Problem der äußeren Strahlenbelastung wurde gelöst, aber es entstanden viel mehr neue Probleme wie die Zerstörung der Biomasse des Waldes und die langfristige Migration von Radionukliden im Grundwasser. Wird die Radiokapazität des Waldes nach der o.g. entwickelten Methode abgeschätzt, dann hatte sie auch nach dessen Absterben einen Wert von etwa 0,9, da ein Wald 90 % der eingetragenen Radioaktivität langfristig und fest in der Bodenschicht und anderen Elementen des Ökosystems bindet. Aber das Vergraben des Waldes zerstörte das Ökosystem mit der Folge einer starken Abnahme der Radiokapazität. Es ist heute offensichtlich, daß andere Lösungen besser gewesen wären, zum Beispiel die Verlagerung der am Roten Wald entlangführenden Straße und danach die allmähliche Herausnahme und kontrollierte Verbrennung der abgestorbenen Bäume. Die Beobachtung der Reste des Roten Waldes hat gezeigt, daß ein großer Teil der "verendeten" Kiefern noch Vitalität gerettet haben und Versuche machen, neue Triebe zu bilden und das Wachstum einzelner Zweige wiederzubeleben. Mit einer solchen Strategie wäre die Radiokapazität des Waldökosystems weitgehend erhalten geblieben und hätte eine kontrollierte Dekontamination ermöglicht.

Das zweite Beispiel betrifft den gleichfalls schon erwähnten Bau einer Anzahl von filtrierenden Dämmen an den kleinen Flüssen der kontaminierten 30 km-Zone. Für die Filtration des Überflutungswassers wurden Sorbentien zur Bindung der Radionuklide eingesetzt. Im Resultat dieser Gegenmaßnahme wurden jedoch zusätzliche Territorien (Wälder und Wiesen) überschwemmt, was zur Verminderung der Radiokapazität und Vergrößerung des Oberflächenabflusses führte. Die Fähigkeit der filtrierenden Dämme, Radionuklide zurückzuhalten, erwies sich als unbedeutend klein. Offensichtlich konnten die Sorbentien bei den hohen Strömungsgeschwindigkeiten des Flutwassers keine nennenswerten Mengen von Radioaktivität binden. Die Radiokapazität des gesamten Dammsystems erreichte nur Werte von 0,1 - 0,2. Eine Analyse vom Standpunkt des Konzepts der Radiokapazität aus zeigt, daß man anstelle der filtrierenden Dämme eine Kaskade von Miniteichen hätte anlegen sollen. Dann würde die Radiokapazität auf 0,8 - 0,9 ansteigen und es wäre möglich, ohne zusätzliche Überschwemmungen beträchtliche Mengen von Radionukliden in den Bodensedimenten dieser Miniteiche zu konzentrieren und dann kontrolliert abzutragen.

Als allgemeine Schlußfolgerung ergibt sich: Wenn eine Gegenmaßnahme sich auf die Erhöhung der Radiokapazität eines Ökosystems richtet, ist sie

in der Regel nützlich. Maßnahmen dagegen, die die Radiokapazität eines Ökosystems reduzieren, führen früher oder später zu einer Verschlechterung der radioökologischen Situation, selbst wenn sie in der ersten Phase nach dem Unfall nützlich waren.