

## Литература

1. Свитин В.А. Теоретические основы кадастра: учеб. пособие. Минск; М.: Новое знание; ИНФРА-М, 2011. 256 с.

2. Кодекс Республики Беларусь о земле: принят Палатой представителей 17 июня 2008 г.; одобр. Советом Респ. 28 июня 2008 г. [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь (дата обращения: 25.01.2014).

УДК 634.95. 504 (477)

### **ПРОТИВОДЕФЛЯЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ**

***В.А. Голуб, С.Н. Голуб, Г.С. Голуб***

*(Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки,  
г. Луцк, Украина)*

*Введение.* В Волынской губернии согласно архивным данным в 1907–1912 гг. за счет государственных средств проводились работы по закреплению развеиваемых песков на площади 4000 десятин с целью предотвращения дефляционных процессов. За последние 25 лет площадь эродированной пашни в Полесье Волынской области увеличилась почти на 30 % и составляет 425 тыс. га (треть земельного фонда области), из них 303 тыс. га подвергаются действию ветровой эрозии. При таком нерациональном использовании пашни на Полесье потери почвы превышают допустимые нормы дефляции, и, как следствие, разрушение почвы эрозией превышает скорость почвообразования. Вместе с тем природа ветроэрозионных процессов в условиях глобальной ксеризации и радиоактивного загрязнения радиоактивными выбросами ландшафтов Полесья Волынской области практически не изучалась, поэтому оценка интенсивности дефляции и разработка эффективных технологий почвозащитного возделывания приобретают особенную актуальность. Эти факторы имеют большое влияние на развитие радиационной ситуации, и прежде всего на величину дозы внутреннего облучения человека не только за счет перорального поступления радиоизотопов в организм с продуктами питания, но и ингаляционным путем с пылью [1, 2, 4, 7].

Волынская область – одна из потерпевших от аварии на ЧАЭС, вследствие которой 12,0 тыс. га сельскохозяйственных угодий имеют плотность загрязнения более 1 Ки/км<sup>2</sup>. Почвы этих угодий легкого гранулометрического состава, поэтому они активно дефлируют, а также отличаются достаточно высокими уровнями транслокации радионуклидов в растениеводческую продукцию [3, 5, 6]. Специфические ландшафтно-геохимические и почвенно-климатические особенности этого региона нуждаются в экспериментальной оценке дефляционных процессов и их роли в миграции радионуклидов в ландшафтах, а также в изучении поведения радиоизотопов в профиле почвы и в системе «почва – растение» в зависимости от различных методов почвозащитной обработки.

*Цель исследований* – изучение и экспериментальная оценка интенсивности ветроэрозионных процессов, их роли в миграции радионуклидов в естественных ландшафтах и при проведении почвозащитной обработки, а также влияние вторичного загрязнения радионуклидами окружающей среды и человека.

*Материалы и методы.* Исследования проводили согласно Государственной программе по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС «Сельхозрадиобиология» в полевом стационарном опыте и в экспедиционных условиях. Объектами экспедиций в контролируемой зоне были торфо-брикетный концерн «Сойне», пожарища лесов и торфяников, сельскохозяйственные угодья общественных и индивидуальных хозяйств, население,

проживающее на данных территориях. Полевые исследования проводили на дерново-слабоподзоленной глиноватой песчаной почве в КСП «Украина» Маневичского района Волынской области со средней плотностью загрязнения цезием-137  $1,5 \text{ Ки/км}^2$ , стронцием-90 –  $0,02 \text{ Ки/км}^2$ , гамма-фон –  $12 \text{ мкР/час}$ . Экспериментальный участок расположен на расстоянии 12 км от Ровенской АЭС. Почва исследуемого участка природно-бедная – содержание гумуса 1,6 %, рН – 4,8, ГК –  $2,3 \text{ мг/экв}$  на 100 г почвы. Содержание фосфора и калия – 12,1 и 10,5 мг/100 г почвы. Одновременно исследования проводили на смежных целинных участках с плотностью загрязнения цезием-137  $8,3 \text{ Ки/км}^2$  в дерне и  $7,3 \text{ Ки/км}^2$  в слое почвы 0–5 см.

Почвозащитный эффект различных методов обработки почвы изучался в таких вариантах:

- 1) разноглубинная отвальная вспашка;
- 2) поверхностная дисковая обработка;
- 3) чизельная обработка;
- 4) плоскорезная обработка.

В звено севооборота (овес – люпин – озимая рожь – картофель) выбраны культуры, контрастные по своим физиологическим особенностям и способностью к накоплению радионуклидов.

*Результаты исследований.* При изучении характера ветроэрозионных процессов было установлено, что главным агентом миграции радионуклидов в ландшафтах радиационно загрязненной зоны Полесья Волынской области является дефляция, которая проявляется в виде бурь и при повседневной ветровой эрозии (рис.1).

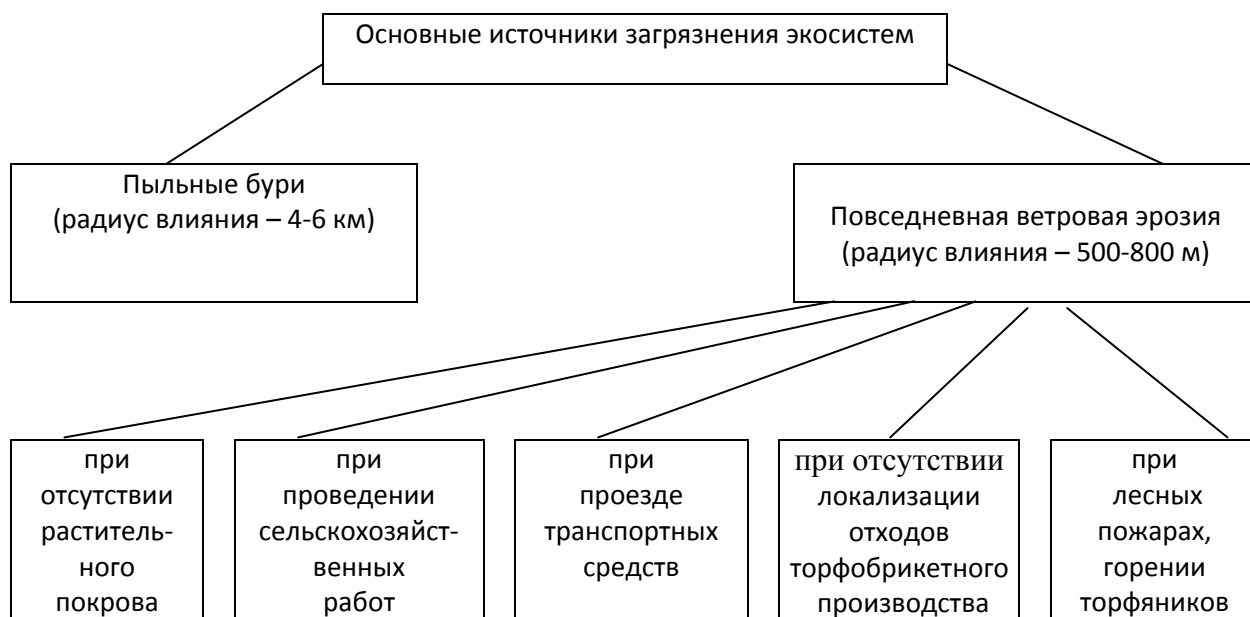


Рис. 1. Схема загрязнения ландшафтов радионуклидами при различных формах проявления дефляционных процессов

Показатель частоты пыльных бурь показывает их низкую повторяемость – среднегодовое число дней составляет 3,7, с продолжительностью – 8,2 часа. Их значение во вторичном загрязнении незначительно – радиус влияния 4–6 км. Больше вреда в формировании вторичного загрязнения территории, растительного покрова, животных, и также в повышении дозовой нагрузки на организм человека имеет повседневная ветровая эрозия. Нами было определено, что радиус ее действия составляет 500–800 м.

Вследствие сильных засух, которые имеют место в летний период, происходит самовозгорания лесов и торфяников. В 2010 г. выгорело 400 га леса и 63 га торфяников. Ана-

лиз отобранной золы показал, что концентрация радионуклидов в сухом веществе составляет от 7000 до 13800 Бк/кг (30 и 65 Ки/кг соответственно). По нашему мнению, в 2010–2011 гг. именно аэральный путь стал одной из главных причин увеличения площадей лесов и сельскохозяйственных угодий, плотность загрязнения которых составила более 1 Ки/км<sup>2</sup> на площади 3400 га.

Еще один источник вторичного загрязнения территории, растительного покрова, человека – нелокализованные отходы торфо-брикетного производства, в частности концерна «Сойне» в Маневичском районе. При радиологическом исследовании цепи «сырье (торф) – продукция (брикет) – отходы (зола)» были получены такие значения, расположенные в соответствующей последовательности: 50 – 255 – 1840 Бк/кг. Отрыв радиоактивного пепла происходит при скорости ветра 2,5 м/с, который обуславливает аэральное загрязнение территории прилегающих сел (Прилесное, Галузия, Серхив). Не может не беспокоить тот факт, что в 2010 г. паспортная доза облучения населения в этих населенных пунктах в сравнении с 2008–2009 гг. (годами простоя предприятия) увеличилась в 1,5–1,9 раза.

Изучение количественной оценки дефляционных процессов при различных системах почвозащитной обработки проводили непосредственно в аэродинамической установке Житомирского сельскохозяйственного института. Эродированность почвы (модуль дефляции E, т/га в год) определили расчетным методом по М. Долгилевичу [5]. Полученные показатели модуля дефляции приведены в таблице 1. Увеличение модуля дефляции в 1,5–2 раза на фоне вспашки и дискования в сравнении с чизельным и плоскорезным рыхлением приводит к повышенному выносу питательных элементов из почвы. На рисунке 2 представлены данные, которые свидетельствуют о том, что при сравнении агрохимических свойств эрозионно опасной и неэрозионной фракции почвы первая имеет более высокие показатели по всем вариантам исследования – гумуса в среднем на 0,3 %, обменного фосфора и калия соответственно на 3,2 и 4,5 мг на 100 г почвы, кальция – 4 мг/100 г почвы больше.

Таблица 1

**Количественная оценка дефляционных процессов (при продувке в аэродинамической трубе)**

Виды обработки почвы	Модуль дефляции, т/га за год	Вынос питательных элементов, кг/год		
		N	P	K
Пахота	0,23	5,0	3,2	2,5
Дискование	0,25	4,6	3,5	2,7
Чизелевание	0,10	2,2	1,3	1,1
Плоскорез	0,16	3,2	2,2	1,9

Удельная активность образовавшейся пыли по цезию-137 существенно превышает активность почвы, с которой она поднимается. Гамма-спектрометрический анализ эрозионно опасной фракции показал, что ее плотность загрязнения на 13–19 % выше, чем плотность загрязнения фракции больше 1 мм. Это означает, что при выполнении сельскохозяйственных работ ингаляционное поступление радиоизотопов с пылью является существенным фактором увеличения дозовой нагрузки на организм механизаторов. Согласно данным Маневичской ЦРБ за период от 01.01.2007 до 31.12.2010 работники сельского хозяйства получили дозовую нагрузку в среднем 3700 Бк на организм, в том числе механизаторы – 6100. Самый высокий процент превышения контрольных уровней зафиксирован именно в этой категории работников.

Нашими исследованиями установлено, что ветровой отрыв и локальный перенос радиоактивного мелкозема резко возрастает во время обработки почвы. Так, на фоне дисковой обработки выдувание каждый год наблюдалось при средней скорости ветра 3,5 м/сек., тогда как чизельная обработка повышала порог ветростойкости до 4,3 м/сек. Это обусловлено тем, что выполнение поверхностной дисковой обработки приводит к распылению верхнего слоя почвы, которая содержит около 7 % ветростойких агрегатов, тогда как чизельная обработка обеспечивает более шероховатую поверхность (количество агрегатов  $d > 1\text{ мм}$  – 21 %).

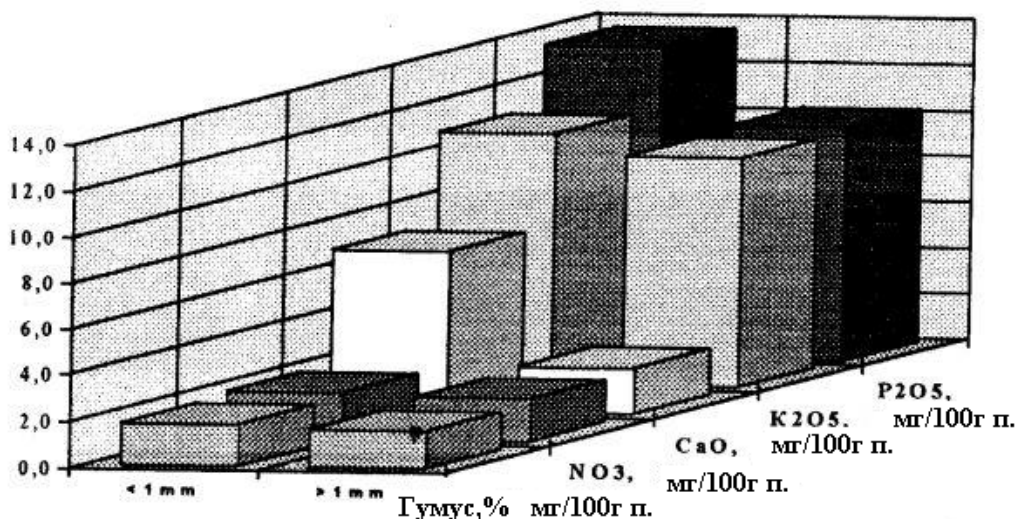


Рис. 2. Химический состав эрозионноопасной ( $d < 1\text{ мм}$ ) и ветроустойчивой ( $d > 1\text{ мм}$ ) фракции почвы (2007–2010 гг.)

При изучении микроагрегованности почвы методом прямого подсчета в отраженном свете при 98-кратном увеличении микроскопа МВС-9 было определено, что при чизельной обработке вследствие уменьшения механического действия на почву прослеживается снижение суммы элементарных почвенных частиц (ЭПЧ). Коэффициент агрегированности за Бейвером и Родесом в этом варианте самый высокий и составляет 0,10, тогда как дискование на микроагрегатном уровне несет потенциальную опасность в изменении физических параметров в сторону их ухудшения. Таким образом, этот агрометод ведет к сильному распылению почвы, а значит, существует вероятность переноса радионуклидов на большее расстояние.

Так как размер комковатости почвы чрезвычайно динамический в пространстве и времени и определяет только начальную стадию ветровой эрозии, в качестве диагностического показателя берут величину связности почвенных агрегатов. Мы применили метод механической стойкости блоков почвы – разрушение в ротационном сите (У. Чепилл, 1943, 1951; А.Б. Лавровский, 1973) в модификации лаборатории защиты почв против эрозии ИГА им. А.Н. Соколовского (г. Харьков). Результаты показывают, что действительно дерново-подзолистые почвы имеют среди других типов наименьшие показатели связности (2,8–3,8 %) и в результате самый высокий коэффициент разрушения ( $K_s - 0,96-0,97$ ). Именно поэтому полная насыщенность воздушного потока золовым материалом при дефляции происходит уже в зоне 250 м.

При изучении миграции радионуклидов в системе «почва – растение» было установлено, что главными радионуклидами-загрязнителями, которые определяли суммарную активность почвенных и растительных проб, были цезий-137 (доля 65 %), калий-40 (доля 30 %) и цезий-134 (доля 5 %). По способности накапливать радионуклиды исследуемые сельскохозяйственные культуры можно разместить в следующий ряд по нарастающей: картофель – озимая рожь – овес – люпин.

Было экспериментально доказано, что разными видами обработки почвы можно существенно регулировать поступление радионуклидов в выращиваемые культуры. Так, самое высокое содержание искусственных (цезий-137, 134) и естественных (калий-40) радионуклидов было отмечено в варианте, где использовалось дискование. Это можно объяснить тем, что такая обработка имеет самое сильное механическое давление на верхний слой почвы (происходит разрушение структуры как естественного экрана гамма-излучения), который, в свою очередь, обуславливает увеличенную подвижность и актив-

ность радионуклидов в 10-сантиметровом слое почвы. Наиболее экологически чистая продукция была получена на фоне чизельной обработки. Соответственно коэффициенты перехода (Кп) в результате этого агроприема были самые низкие. Плоскорезное рыхление и вспашка почвы имели более низкую эффективность в снижении загрязнения продукции радионуклидами и занимают промежуточное место (табл. 2).

Таблиця 2

**Коэффициенты перехода радионуклидов в сельскохозяйственные культуры под влиянием различных способов обработки почвы (2007–2010 гг.)**

Культуры и радионуклиды	Коэффициенты перехода, $\frac{Бк/кг}{кБк/м^2}$			
	Пахота	Дискование	Чизелевание	Плоскорез
Люпин (цезий-137)	5,7	8,3	3,9	5,3
Овес (цезий-137)	1,4	1,6	1,0	1,4
Озимая рожь (калий-40)	11,8	16,7	10,2	16,5
Картофель (калий-40)	4,5	4,6	4,0	4,3

Формирование погодных условий засушливого типа во время вегетации (2008, 2010 гг.) сопровождалось увеличением концентрации радионуклидов в растениях как в вегетативных, так и в репродуктивных их частях. Однако накопление радионуклидов различными органами растений подчиняется общим закономерностям: самые высокие коэффициенты аккумуляции отмечены в листьях и стеблях, ниже – в семенах и в подземных органах.

*Выводы.* Результаты исследований и анализ полученных данных позволяет делать заключение, что в условиях Полесья Волынской области на дерново-подзолистых почвах со средней плотностью загрязнения цезием-137 1,5 Ки/км<sup>2</sup> с целью уменьшения интенсивности дефляционных процессов и миграционной способности радионуклидов в системе «почва – растение» основную обработку целесообразно проводить чизельными орудиями. Дисковую обработку, как менее эффективную в радиологическом отношении, а также в плане защиты почвы от дефляции, в контролируемой зоне по возможности должна быть исключена или уменьшена до необходимого минимума.

**Литература**

1. Сельскохозяйственная радиоэкология / Р.М. Алексахин [и др.]. М.: Экология, 1992. 400 с.
2. Бабич А.О. Посухи і пилові бурі, особливості їх формування, поширення та впливу на кормові і продовольчі ресурси України // Вісник аграрної науки. 1995. № 7. С. 3–13.
3. Быстрицкий В.С., Устьяк С.А. Содержание радионуклидов в почве при разных способах обработки // Тезисы регион. науч.- практ. конф. Житомир: Житомир. сельхоз. ин-т, 2001. С. 59–61.
4. Ведення сільськогосподарського виробництва на радіоактивно забруднених територіях Волинської області: метод. рек. Луцьк: Надстир'я, 2010. 42 с.
5. Долгілевич М.Й., Васенков Г.І. Моделі систем захисних лісових насаджень в поліській зоні радіоактивного забруднення // Проблеми радіоекології / за ред. Б.С. Прістера. К.: УкрНПІ, 1994. С. 14–16.
6. Качанова О.В. Імовірна оцінка вітростійкості ґрунту для проектування екологічно-збалансованих агроландшафтів // Агрохімія і ґрунтознавство: міжвідом. темат. наук. збірник. Спец. вип. до ІХ з'їзду УТГА (30 червня – 4 липня 2014 р., м. Миколаїв). Кн. 3. Харків, 2014. С. 34–37.
7. Коляда В.П. До питання виникнення дефляції ґрунтів у різних ґрунтово-кліматичних зонах України // Агрохімія і ґрунтознавство: міжвідом. темат. наук. збірник. Спец. вип. до ІХ з'їзду УТГА (30 червня – 4 липня 2014 р., м. Миколаїв). Кн. 3. Харків, 2014. С. 37–39.