

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭРОЗИИ ПОЧВ (на примере Мстиславского района)

**А. М. Устинова¹, В. Б. Цырибко¹, И. А. Логачев¹, А. В. Юхновец¹,
С. А. Касьянчик², А. А. Митькова¹**

¹*Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь*

²*Национальная академия наук Беларуси, г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее масштабным видом деградации почв в Беларуси, приводящим к снижению производительной способности сельскохозяйственных земель, является эрозия. Вклад водной эрозии в разрушение почв составляет 56 %, дефляции – 28 %. Химической и физической деградации подвержено 12 и 4 % почв, соответственно [1].

Эрозия почв, обуславливаемая чрезвычайно сложным комплексом геоморфологических, климатических, почвенных условий и хозяйственным использованием земель, обнаруживается на территории Беларуси во всех видах и осадками, проявляется на склонах в виде смыва верхней части почвенного покрова (плоскостная и струйчатая эрозия) или в виде размыва в глубину (линейная эрозия). Уже на склонах 1–2° может быть выявлена плоскостная эрозия. С возрастанием крутизны она усиливается, увеличивает ложбинность полей, перерастает в линейную эрозию.

Одним из главных факторов, лимитирующих использование противоэрозионных мер, является экономическая целесообразность их применения. Землепользователи должны быть заинтересованы в проведении противоэрозионных мероприятий. Следовательно, экономический эффект от их применения не может быть меньше их стоимости. Экономическое обоснование противоэрозионных мер является обязательным условием их внедрения, и оно позволяет установить количественные критерии, по которым устанавливается целесообразность применения тех или иных противоэрозионных мер и их подбор для определенной территории.

Стоимостная оценка ущерба от эрозионных процессов является нетривиальной задачей, поскольку значительная часть ущерба, наносимого эрозией окружающей среде, не подлежит корректному исчислению. Несмотря на сложность и значительную неопределенность расчетов экономического и экологического ущерба от эрозионных процессов, они являются необходимым условием выбора стратегии противоэрозионной защиты территории и экономического стимулирования деятельности по охране почв [2].

Цель исследований – на примере Мстиславского района оценить эколого-экономический ущерб в результате эрозии почв и выполнить прогноз интенсивности процессов эрозионной деградации при различных вариантах структуры посевных площадей.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследований – эродированные почвы пахотных земель Мстиславского района Могилевской области.

Площадь пахотных земель в Мстиславском районе составляет 55439,0 га [3], при этом площадь эродированных почв – 29846,0 га, в том числе слабоэродированных – 17901,1 га, среднеэродированных – 11340,3 га, сильноэродированных – 604,6 га.

Оценка эколого-экономических потерь в результате эрозии почв пахотных земель проводится на основании данных агрохимического и почвенного обследований, разработанных нормативов, а также статистических данных о структуре посевных площадей и урожайности сельскохозяйственных культур (табл. 1).

Таблица 1

**Посевные площади и урожайность сельскохозяйственных культур
в сельскохозяйственных организациях Мстиславского района [4, 5]**

Наименование культуры	Площадь, га	Урожайность, ц/га
Озимая рожь	1804	23,7
Озимая пшеница	9037	29,8
Озимая тритикале	3111	28,9
Озимая ячмень	356	20,1
Озимый рапс	2306	3,6
Сурепица	170	8,4
Яровая пшеница	2791	22,7
Яровой ячмень	4948	19,7
Яровой рапс	1298	9,8
Овес	2704	23,1
Гречиха	200	8,4
Горох	95	29,3
Зернобобовые на фураж	2146	21,5
Просо	415	8,3
Кукуруза	6868	252
Однолетние травы	2962	115
Многолетние травы	11559	198
Лен долгунец	1226	12,8

Прямой ущерб ($ПУ_1$) вследствие снижения урожайности сельскохозяйственных культур определяется по формуле 1:

$$ПУ_1 = U \cdot H_c \cdot Ц \cdot S, \quad (1)$$

где U – средняя урожайность сельскохозяйственной культуры на неэродированной почве, ц/га; H_c – норматив снижения урожайности сельскохозяйственной культуры в зависимости от степени эродированности; $Ц$ – закупочная цена в действующих или сопоставимых ценах вида сельскохозяйственной продукции, руб./ц; S – площадь земель с определенной степенью эродированности, занятой культурой, га.

Общий недобор продукции (ПУ) определяется как сумма недобора по каждой сельскохозяйственной культуре (в тыс. руб.) по формуле 2:

$$ПУ = ПУ_1 + ПУ_2 + ПУ_3 + \dots + ПУ_n, \quad (2)$$

Косвенный ущерб (КУ) от эрозии определяется с помощью формулы 3:

$$КУ = Y_{1п} \cdot S, \quad (3)$$

где $Y_{1п}$ – размер удельного эколого-экономического ущерба от снижения почвенного плодородия, тыс. руб./га; S – площадь одного вида земель с пониженным плодородием вследствие развития процессов эрозионной деградации, га.

Размер удельного ущерба от утраченного плодородия почвы ($Y_{1п}$) определяется суммой затрат, необходимых для его восстановления по формуле:

$$Y_{1п} = C_{гумус} + C_{калий} + C_{фосфор}, \quad (4)$$

где $C_{гумус}$ – затраты на возмещение потерь гумуса, тыс. руб.; $C_{калий}$ – затраты на возмещение потерь калия, тыс. руб.; $C_{фосфор}$ – затраты на возмещение потерь фосфора, тыс. руб.

Сумма затрат, необходимых для восстановления потерянного почвенного плодородия, рассчитывается на основе стоимостной оценки расходов, необходимых для ликвидации ущерба в результате потери гумуса и элементов питания.

В затраты на восстановление почвенного плодородия ($C_{общ}$) включается стоимость удобрения и мелиорантов с учетом их доставки, расходы на их приобретение, погрузку, транспортировку и внесение:

$$C_{общ} = C_{уд} + C_{внес} + C_{транс}, \quad (5)$$

где $C_{уд}$ – стоимость удобрений и мелиорантов, необходимых для восстановления утраченного плодородия, тыс. руб.; $C_{транс}$ – стоимость транспортировки мелиорантов и удобрений, тыс. руб.; $C_{внес}$ – стоимость внесения удобрений и мелиорантов, тыс. руб.

Затраты на приобретение удобрений и мелиорантов определяются на основе расчетов, исходя из фактической величины снижения плодородия почвы (потери гумуса, калия и др. питательных веществ). Пересчет питательных веществ на 1 га производится с помощью формулы:

$$C_{уд} = D \cdot Ц \cdot S, \quad (6)$$

где D – доза внесения удобрения, т/га; $Ц$ – закупочная цена в действующих или сопоставимых, руб./т, S – площадь земель с определенной степенью эродированности, занятой культурой, га.

Общий эколого-экономический ущерб (ОЭЭУ) – это сумма прямого и косвенного ущербов:

$$ОЭЭУ = ПУ + КУ, \quad (7)$$

Стоимость одной тонны сельскохозяйственных культур представлена в постановлении Минсельхозпрода № 22 от 21.03.2022 г. Для расчета экономических потерь культур, не включенных в постановление (фуражные зерновые и зернобобовые, зеленая масса кукурузы, однолетних и многолетних трав), урожайность переводится в кормовые единицы. Стоимость 1 т к. ед. составляет 320,04 руб.

В качестве значения величины потерь рекомендуется использовать среднее значения из диапазона нормативов [6]. Например, для зерновых на слабозеродированных почвах, сформированных на лессовидных суглинках, норматив составляет 5–10 %. В расчетах будет использоваться среднее значение – 7,5 %.

Дозы органических и минеральных удобрений, необходимые для компенсации потерь плодородия от эрозии в зависимости от группы сельскохозяйственных культур, определяются согласно нормативам снижения содержания элементов питания растений на почвах разной степени эродированности (табл. 2) и от нормативов затрат на удобрения, необходимых для увеличения содержания этих элементов в почве [7].

Таблица 2

Потенциально возможный смыв почвы и потери гумуса и элементов питания растений под группами различных сельскохозяйственных культур

Группа сельскохозяйственных культур	Эродированность почвы	Смыв почвы, т/га в год	Потери, кг/га в год			
			гумус	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пропашные (картофель, свекла сахарная, столовая и кормовая, кукуруза, овощные, подсолнечник)	Слабая	4,5	100	6,0	4,0	4,0
	Средняя	9,0	170	11,0	7,0	7,0
	Сильная	18,0	240	22,0	10,0	10,0
Яровые зерновые и зернобобовые (пшеница, ячмень, тритикале, овес, горох, пелюшка, люпин), яровой рапс	Слабая	3,2	75	4,5	3,0	3,0
	Средняя	6,5	120	8,0	5,0	5,0
	Сильная	13,0	180	16,0	7,5	7,5
Озимые зерновые (рожь, пшеница, тритикале, ячмень), озимый рапс	Слабая	0,8	20	1,0	1,0	1,0
	Средняя	1,6	30	3,0	1,5	1,5
	Сильная	3,2	40	4,0	2,0	2,0
Однолетние травы (горохо-, пелюшко-, вико-овсяные смеси)	Слабая	3,3	80	4,5	3,0	3,0
	Средняя	6,6	125	8,0	5,0	5,0
	Сильная	13,2	165	16,0	7,5	7,5
Многолетние бобовые (клевер, люцерна, галега), бобово-злаковые и злаковые травы	Слабая	0,1	< 3	< 0,5	0,1	0,1
	Средняя	0,2	< 5	< 0,5	0,2	0,2
	Сильная	0,4	5	0,5	0,3	0,3

Стоимость органических удобрений, их внесения и доставки составляет 5 USD/т. Цена суперфосфата аммонизированного 1148,0 руб./т, калия хлористого – 120,5 руб./т. Стоимость доставки и внесения минеральных удобрений – 28,9 долл. USD/т. Курс USD (доллара США) по состоянию на 01.05.2023 г. – 2,95 руб.

При прогнозировании эколого-экономических потерь следует использовать соответствующие значения из диапазонов разработанных нормативов, а также изменять структуру посевных площадей в зависимости от сценария прогноза – оптимистического или пессимистического.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Как отмечалось ранее, *прямой ущерб* вследствие снижения урожайности определяется как сумма недобора по каждой сельскохозяйственной культуре. Ниже приведен подробный расчет для озимой ржи.

Согласно данным таблицы 1 средняя урожайность озимой ржи в хозяйствах Мстиславского района 2,37 т/га. Нормативы потери по степеням эродированности взяты из [6]. Закупочная цена зерна озимой ржи составляет 348,4 руб./т. Площадь посевов – 1804 га, в том числе на слабоэродированных почвах – 613,2 га, среднеэродированных – 388,5 га, сильноэродированных – 20,7 га.

Следовательно, потери составят:

– на слабоэродированных почвах – $ПУ_{1_1} = 2,37 \text{ т/га} \cdot 0,075 \cdot 348,4 \text{ руб./т} \cdot 613,2 \text{ га} = 37974,3 \text{ руб.}$;

– на среднеэродированных почвах – $ПУ_{1_2} = 2,37 \text{ т/га} \cdot 0,225 \cdot 348,4 \text{ руб./т} \cdot 388,5 \text{ га} = 72177,2 \text{ руб.}$;

– на сильноэродированных почвах – $ПУ_{1_3} = 2,37 \text{ т/га} \cdot 0,375 \cdot 348,4 \text{ руб./т} \cdot 20,7 \text{ га} = 6409,6 \text{ руб.}$

Суммарные экономические потери из-за недобора урожая ржи в Мстиславском районе составляют 116,56 тыс. руб.

Для всех возделываемых культур был определен прямой ущерб от недобора урожая: озимая и яровая пшеница – 1056,8 тыс. руб., озимая тритикале – 279,2 тыс. руб., яровой и озимый ячмень – 255,1 тыс. руб., яровой и озимый рапс – 236,6 тыс. руб., овес – 154,8 тыс. руб., гречиха – 10,7 тыс. руб., просо – 7,9 тыс. руб., фуражные зернобобовые – 185,7 тыс. руб., кукуруза на з/м – 1276,8 тыс. руб., однолетние травы – 97,2 тыс. руб., многолетние травы – 675,2 тыс. руб., льно-волокно – 256,4 тыс. руб. (табл. 3).

Таблица 3

Прямой ущерб от недобора урожая сельскохозяйственных культур на пахотных почвах Мстиславского района

Наименование культуры	Прямой ущерб, тыс. руб.			
	слабоэродированные	среднеэродированные	сильноэродированные	суммарные
Озимая рожь	37,97	72,18	6,41	116,56
Озимая пшеница	270,68	514,43	45,71	830,83
Озимая тритикале	90,96	172,87	15,36	279,20
Озимая ячмень	4,97	9,44	0,84	15,24
Озимый рапс	27,81	52,86	4,70	85,36
Яровая пшеница	100,82	114,97	10,22	226,01
Яровой ячмень	107,03	122,05	10,84	239,92
Яровой рапс	67,48	76,95	6,84	151,27
Овес	69,03	78,72	6,99	154,75
Гречиха	4,77	5,44	0,48	10,69
Горох	5,03	5,74	0,51	11,28
Зернобобовые на фураж	82,84	94,47	8,39	185,70
Просо	3,52	4,02	0,36	7,90

Продолжение таблицы 3

Наименование культуры	Прямой ущерб, тыс. руб.			
	слабоэродированные	среднеэродированные	сильноэродированные	суммарные
Кукуруза	536,56	679,82	60,41	1276,79
Однолетние травы	31,68	60,21	5,35	97,24
Многолетние травы	248,34	393,30	33,55	675,19
Лен долгунец	115,57	128,12	12,69	256,38
Итого				4620,31

Таким образом, общий прямой ущерб от эрозионных процессов составляет 4620 тыс. руб.

Согласно формуле 3 устанавливается *косвенный ущерб* от процессов эрозионной деградации, как сумма затрат на восстановление утраченного почвенного плодородия в результате потери гумуса и элементов питания в эродированных почвах.

Приводим подробный расчет на примере затрат на компенсацию потерь K_2O на эродированных почвах при возделывании кукурузы.

Площадь кукурузы на слабоэродированных почвах 2198,8 га, среднеэродированных – 1373,6 га, сильноэродированные – 68,7 га. Нормативы потерь K_2O под кукурузой в зависимости от степени эродированности колеблются от 4 до 10 кг/га в год.

Цена калия хлористого – 120,5 руб./т. Содержание действующего вещества 6 %. Стоимость доставки и внесения минеральных удобрений – 28,9 USD/т [6]. Курс USD (доллара США) – 2,95 руб.

Для начала рассчитаем количество удобрений необходимых для восполнения плодородия ($D_{уд.пр.}$). Оценка производится на основании разработанных нормативов потерь по группам культур и площадей эродированных почв под культурой:

– для слабоэродированных – $D_{уд. пр.1} = 4 \text{ кг/га} / 0,6 \cdot 2197,8 \text{ га} = 14651,7 \text{ кг}$, или 14,65 т;

– для среднеэродированных – $D_{уд. пр.2} = 7 \text{ кг/га} / 0,6 \cdot 1307,6 \text{ га} = 16025,0 \text{ кг}$, или 16,03 т;

– для сильноэродированных – $D_{уд. пр.3} = 10 \text{ кг/га} / 0,6 \cdot 68,68 \text{ га} = 1144,7 \text{ кг}$, или 1,14 т.

Следовательно, для компенсации утраченного подвижного калия необходимо 31,82 т хлористого калия.

Стоимость удобрений составит: $C_{уд} = 31,82 \text{ т} \cdot 120,5 \text{ руб./т} = 3834,3 \text{ руб.}$

Стоимость на доставку и внесение необходимого количества составит:

$$C_{внес} = 31,82 \text{ т} \cdot 28,9 \text{ USD/т} \cdot 2,95 \text{ руб./USD} = 2712,8 \text{ руб.}$$

Таким образом, общие затраты на восполнение подвижного калия эродированных почв под кукурузой составляют: $C_{общ} = 3834,3 + 2712,8 = 6547,1$, или $\approx 6,5$ тыс. руб.

После проведения расчетов была установлена суммарная потребность для компенсации утраченного плодородия следующих удобрений: органические – 33195 т, фосфорные – 231,3 т аммонизированного суперфосфата, калийные – 115,6 т хлористого калия (табл. 4).

Таблица 4

Косвенный ущерб от процессов эрозионной деградации на пахотных почвах Мстиславского района

Наименование группы	Степень эродированности почвы												Сумма		Косвенный ущерб тыс. руб.
	слабоэродированные			среднеэродированные			сильноэродированные			С _{уд}	С _{внес}	тыс. руб.	тыс. руб.		
	Д _{уд.1}	С _{уд}	С _{внес}	Д _{уд.2}	С _{уд}	С _{внес}	Д _{уд.3}	С _{уд}	С _{внес}						
	т	тыс. руб.	тыс. руб.	т	тыс. руб.	тыс. руб.	т	тыс. руб.	тыс. руб.						
Органические удобрения															
Озимые зерновые, рапс	2239	33,02		2099	30,96		140	2,06				66,04		66,04	
Яровые зерновые, зерно-бобовые и крупяные, рапс	7595	112,03		7595	112,03		570	8,4				232,46		232,46	
Пропашные	4396	64,83		4670	68,89		330	4,86				138,58		138,58	
Однолетние травы	1517	22,37		1481	21,84		98	1,44				45,66		45,66	
Многолетние травы	222	3,27		231	3,41		12	0,17				6,85		6,85	
Итого	15969	235,52		16076	237,13		1150	16,93				489,59		489,59	
Фосфорные удобрения (аммонизированный суперфосфат)															
Озимые зерновые, рапс	18,65	21,42	1,59	17,49	20,08	1,49	1,17	1,34				123,22	9,15	46,01	
Яровые зерновые, зерно-бобовые и крупяные, рапс	50,63	58,13	4,32	52,74	60,55	4,50	3,96	4,54				42,83	3,18	132,37	
Пропашные	29,30	33,64	2,50	32,05	36,79	2,73	2,29	2,63				73,06	5,43	78,49	
Однолетние травы	9,48	10,88	0,81	9,87	11,33	0,84	0,74	0,85				23,07	1,71	24,78	
Многолетние травы	1,23	1,42	0,11	1,54	1,77	0,13	0,12	0,13				3,32	0,25	3,56	
Итого	109,29	125,49	9,33	113,69	130,52	9,69	8,28	9,49				265,5	19,72	285,21	
Калийные удобрения															
Озимые зерновые, рапс	9,33	1,12	0,80	8,74	1,05	0,75	0,58	0,07				6,47	4,58	3,84	
Яровые зерновые, зерно-бобовые и крупяные, рапс	25,32	3,05	2,16	26,37	3,18	2,25	1,98	0,24				2,25	1,59	11,04	
Пропашные	14,65	1,77	1,25	16,03	1,93	1,37	1,14	0,14				3,83	2,71	6,55	
Однолетние травы	4,74	0,57	0,40	4,94	0,59	0,42	0,37	0,04				1,21	0,86	2,07	
Многолетние травы	0,62	0,07	0,05	0,77	0,09	0,07	0,06	0,01				0,17	0,12	0,30	
Итого	54,66	6,58	4,66	56,85	6,84	4,86	4,13	0,5				13,93	9,86	23,80	
Итого														798,60	

Суммарные затраты на приобретение и внесение удобрений следующие: органические – около 490 тыс. руб., фосфорные – 290 тыс. руб., калийные – 24 тыс. руб.

Косвенный ущерб, наносимый водно-эрозионными процессами на пахотных почвах Мстиславского район, составляет около 800 тыс. руб.

Общий эколого-экономический ущерб от проявления эрозионных процессов на пахотных землях Мстиславского района составляет примерно 5418 тыс. руб.:

$$\text{ОЭЭУ} = 4620,31 + 798,60 = 5418,91 \text{ тыс. руб.}$$

Предлагаемый метод оценки эколого-экономических потерь в результате эрозии почв позволяет выполнять прогнозы как оптимистическим сценариям, так и пессимистическим.

По оптимистическому сценарию структура посевных площадей разрабатывается согласно рекомендациям лаборатории агрофизических свойств и защиты почв от эрозии Института почвоведения и агрохимии [8].

Для почвенного покрова Мстиславского района желательно уменьшение или исключение пропашных культур и увеличение доли многолетних трав до 42–75 % (табл. 5). По пессимистическому сценарию доля пропашных культур максимально увеличивается (42 %) за счет исключения многолетних трав.

Таблица 5

Различные варианты структуры посевных площадей

Наименование группы культур	Существующая (Нз = 0,63)	Прогноз		
		оптимистический		пессимистический (Нз = 0,40)
		1 (Нз = 0,74)	2 (Нз = 0,90)	
Озимые	31,6	30	15	29
Яровые	27,8	15	10	29
Пропашные	13,1	10	–	42
Однолетние травы	5,6	5	–	–
Многолетние травы	22,0	40	75	–

Согласно проведенному прогнозу по оптимистическому сценарию 1, использование предложенной структуры посевных площадей позволит снизить прямой ущерб до 4380 тыс. руб., косвенный – до 580 тыс. руб. При этом уменьшение общего ущерба составит 462 тыс. руб. (табл. 6, рис.).

Таблица 6

Результаты прогноза оценки ущерба от эрозии на пахотных землях Мстиславского района

Структура посевных площадей	Прямой ущерб (ПУ)	Косвенный ущерб (КУ)				сумма	Общий ущерб (ОЭЭУ)
		затраты на удобрения					
		органические	фосфорные	калийные			
Существующая (Нз = 0,63)	4620,31	489,59	285,21	23,80	798,60	5418,91	
Прогноз	оптимистический 1 (Нз = 0,74)	4380,25	354,65	206,12	16,36	577,13	4957,38
	оптимистический 2 (Нз = 0,90)	3382,89	130,46	76,92	6,42	213,80	3596,69
	пессимистический (Нз = 0,40)	6625,43	1942,48	1153,90	96,26	3192,65	9818,08

При отказе от пропашных культур и увеличении доли многолетних трав до 75 % (оптимистический сценарий 2) ущерб, наносимый эрозией почв, снизится на 1822 тыс. руб., или 30 % \approx до 3600 тыс. руб.

Исключение из структуры посевных площадей многолетних трав и увеличение удельного веса пропашных культур до 40 % и более (пессимистический сценарий) нанесет колоссальный вред. При этом прямой ущерб вырастет в 1,4 раза, косвенный – в 4,0 раза. Общий эколого-экономический ущерб прогнозируется на уровне 9800 тыс. руб., что в 1,8 раза выше, чем при существующей структуре посевных площадей.

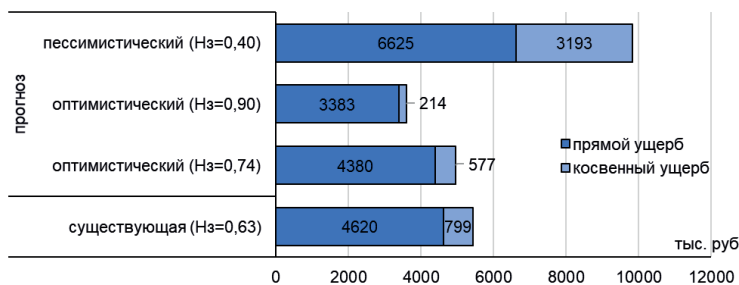


Рис. Результаты прогноза ущерба от проявления водно-эрозионных процессов на пахотных почвах Мстиславского района

ВЫВОДЫ

Проведенная оценка эколого-экономических потерь от водной эрозии почв на примере Мстиславского района Могилевской области показала, что прямой ущерб от недобора урожая сельскохозяйственных культур на эродированных почвах пахотных земель составит 4620 тыс. руб. Общие затраты на приобретение и внесение удобрений для компенсации потерь гумуса и элементов питания растений, вызванных эрозионной деградацией, около 800 тыс. руб. Следовательно, общий эколого-экономический ущерб не менее 5420 тыс. руб.

Согласно проведенному прогнозу по оптимистическим сценариям, использование предложенной структуры посевных площадей в Мстиславском районе (доля многолетних трав – 40–75 %, пропашных культур – 0–10 %) позволит снизить прямой ущерб от процессов эрозионной деградации до 3383–4380 тыс. руб., косвенный – до 214–580 тыс. руб. При этом уменьшение общего ущерба составит 462–1822 тыс. руб.

Исключение из структуры посевных площадей многолетних трав и увеличение удельного веса пропашных культур до 40 % и более (пессимистический сценарий) нанесет колоссальный вред. Прямой ущерб вырастет в 1,4 раза, косвенный – в 4,0 раза. Общий эколого-экономический ущерб прогнозируется на уровне 9800 тыс. руб., что в 1,8 раза выше, чем при существующей структуре посевных площадей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Деградация почв сельскохозяйственных земель Беларуси: виды и количественная оценка / А. Ф. Черныш [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 2(57). – С. 7–18.

2. *Кирюшин, В. И.* Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов / В. И. Кирюшин. – М.: КолосС, 2011. – 443 с.
3. *Кузнецов, Г. И.* Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие / Г. И. Кузнецов, Н. И. Смеян, Г. С. Цытрон; под ред. Г. И. Кузнецова, Н. И. Смеяна. – Минск: Оргстрой, 2001. – 432 с.
4. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2023 / под ред. И. В. Медведева. – Минск, 2023. – Т. 1. – 322 с.
5. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапа. – Минск: Беларус. наука, 2007. – 390 с.
6. Система нормативных показателей для прогноза и оценки эколого-экономических потерь в результате эрозионных процессов / А. М. Устинова [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2023. – № 1(70). – С. 7–16
7. Агрохимия и система применения удобрений: учебно-методическое пособие / С. Ф. Шекунова [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Горки: БГСХА, 2016. – 258 с.
8. Рекомендации по типовому автоматизированному проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия на основе оценки почвенно-ресурсного потенциала земель сельскохозяйственного назначения и экологической устойчивости агроландшафтов / Н. Н. Цыбулько [и др.] // НАН Беларуси, Институт почвоведения и агрохимии. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2020. – 47 с.

ASSESSMENT AND FORECAST OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC DAMAGE AS A RESULT OF SOIL EROSION (using the example of the Mstislavsky district)

**H. M. Ustinava, V. B. Tsyrybka, I. A. Lahachou, A. V. Yukhnovets,
S. A. Kas'yanchyk, A. A. Mits'kova,**

Summary

The assessment of the ecological and economic damage caused by water erosion of soils of arable lands of the Mstislavsky district of the Mogilev region is present at the article. It is established that the direct damage from the shortage of crops will amount to 4,620 thousand rubles. The total cost of purchasing and applying fertilizers to compensate for the loss of humus and nutrients caused by erosion degradation is about 800 thousand rubles. Consequently, the total environmental and economic damage is at least 5,420 thousand rubles.

According to optimistic scenarios of the forecast, an increase in the proportion of perennial grasses to 40–75 % and a decrease in the proportion of row crops to 0–10 % will reduce direct damage from erosion degradation processes to 3383–4380 thousand rubles, indirect damage to 214–580 thousand rubles. The total damage will amount to 462–1822 thousand rubles.

The exclusion of perennial grasses from the structure of sown areas and an increase in the proportion of row crops to 40 % or more will lead to an increase in direct damage by 1,4 times, indirect damage by 4,0 times. The total environmental and economic damage is projected at the level of 9,800 thousand rubles, which is 1,8 times higher than with the existing structure of acreage.

Поступила 07.12.23