

УДК 631.4:502.76

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-82-87

Е.Я. Чебоचाков¹ ✉

О.А. Иванов¹

А.И. Капсаргин²

В.Н. Муртаев¹

¹Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии — филиал Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия

²Станция агрохимической службы «Хакасская», Абакан, Россия

✉ echebochakov@mail.ru

Поступила в редакцию: 05.07.2024

Одобрена после рецензирования: 13.08.2024

Принята к публикации: 29.08.2024

© Чебоचाков Е.Я., Иванов О.А., Капсаргин А.И., Муртаев В.Н.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-82-87

Egor Ya. Chebochakov¹ ✉

Oleg A. Ivanov¹

Alexey I. Kapsargin²

Valery N. Murtaev¹

¹Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia - branch of the Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences", village Zelenoe, Republic of Khakassia, Russia

²Agrochemical service station "Khakasskaya", Abakan, Russia

✉ echebochakov@mail.ru

Received by the editorial office: 05.07.2024

Accepted in revised: 13.08.2024

Accepted for publication: 29.08.2024

© Chebochakov E.Ya., Ivanov O.A., Kapsargin A.I., Murtaev V.N.

Влияние технологий освоения и использования целинных, залежных земель на агроэкологическую устойчивость и плодородие почвы

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Исследования проводили с целью анализа влияния технологий освоения целинных и залежных земель на эрозионные процессы в степной зоне в 1960-х гг. и современных условиях.

Методы. Анализ подходов к предотвращению деградации почв и опустынивания территории осуществляется по материалам, полученным в степной зоне Республики Хакасия во второй половине XX в. и в современных условиях. Использовали результаты применения технологий освоения целинных и залежных земель ООО «Целинное» в разные периоды. Сведения о пыльных бурях были взяты из данных метеостанций Бей и Шира. В 1954–1960 гг. при распашке чернозема южного целины использовали технологию с применением плугов, лущильников и других почвообрабатывающих орудий. Отсутствие адаптированных способов освоения и использования новых земель привело к вспышке ветровой эрозии почв на больших площадях, в том числе на юго-востоке страны.

Результаты. Отвальная система обработки почв при массовом освоении целинных и залежных земель в 1960-х гг. без учета почвенно-климатических и других условий привела к сильному развитию ветровой эрозии. Число дней с пыльными бурями в Хакасии достигало до 4,8–11,6 в год.

В современных условиях выведение из пахотных угодий сильнодефлированных почв и применение на остальной части пашни полосного размещения сельскохозяйственных культур, минимальной обработки почвы способствуют повышению противозерозионной устойчивости агроландшафтов. Использование гербицида Торнадо 500 в августе при освоении залежи в 2,5 раза снижает эродируемость по сравнению с технологией с внесением его в начале лета.

Ключевые слова: степь, целина, залежь, почва, освоение, эрозия, земледелие, технология

Для цитирования: Чебочаков Е.Я., Иванов О.А., Капсаргин А.И., Муртаев В.Н. Влияние технологий освоения и использования целинных, залежных земель на агроэкологическую устойчивость и плодородие почвы. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 82–87.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-82-87>

The impact of technologies for the development and use of virgin, fallow lands on agroecological stability and soil fertility

ABSTRACT

Relevance. The research was carried out in order to analyze the impact of technologies for the development of virgin and fallow lands on erosion processes in the steppe zone in the 60s and modern conditions.

Methods. The analysis of approaches to the prevention of soil degradation and desertification of the territory is carried out based on materials obtained in the steppe zone of the Republic of Khakassia in the second half of the XX century and in modern conditions. We used the results of the application of technologies for the development of virgin and fallow lands of Tselinnoye LLC in different periods. Information about dust storms was taken from data from the Bey and Shire weather stations. In 1954–1960 when plowing the chernozem of the southern virgin lands, technology was used using plows, huskers and other tillage tools. The lack of adapted ways of developing and using new lands has led to an outbreak of wind erosion of soils over large areas, including in the south-east of the country.

Results. The dump system of soil treatment during the mass development of virgin and fallow lands in the 60s, without taking into account soil, climatic and other conditions, led to a strong development of wind erosion. The number of days with dust storms in Khakassia reached up to 4.8–11.6 per year. In modern conditions, the removal of highly ventilated soils from arable lands and the use of strip placement of crops and minimal tillage on the rest of the arable land contribute to increasing the erosion resistance of agricultural landscapes. The use of the Tornado 500 herbicide in August during the development of the deposit reduces the erodibility by 2.5 times, compared with the technology with its introduction in early summer.

Key words: steppe, virgin land, deposit, soil, development, erosion, agriculture, technology

For citation: Chebochakov E.Ya., Ivanov O.A., Kapsargin A.I., Murtaev V.N. The impact of technologies for the development and use of virgin, fallow lands on agroecological stability and soil fertility. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 82–87 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-82-87>

Введение/Introduction

Согласно Постановлению ЦК КПСС и Правительства СССР¹ в 1960-х годах осуществлено массовое освоение целинных и залежных земель в степных районах Казахстана, Сибири, Южного Урала и Поволжья [1]. В тяжелые послевоенные годы оно позволило увеличить производство зерна, но имело и негативные последствия.

По мнению академика А.И. Каштанова, освоение новых земель проводили по европейской технологии (вспашка на 22–24 см) без учета местных почвенно-климатических условий. К концу 1950-х гг. это привело к острой вспышке ветровой эрозии на больших площадях (до 5 млн га). Пыльные бури за несколько лет подряд буквально уничтожали почву, посевы и огромный труд целинников. События напоминали драму канадского земледелия 30-х гг. XX в. [2]. Ветровая и водная эрозия проявлялись в основном в степной и лесостепной зонах [3–5].

Согласно Генеральной схеме противозерозионных мероприятий Хакасии² (1973 г.), после обследования почв площадь эродированной пашни Хакасии составляла 83,6%, в том числе подверженной дефляции — 71,9%, водной эрозии — 2,0%, совместного проявления дефляции и водной эрозии — 26,0%.

Смена общественно-экономической формации, сложные социально-экономические условия в сельскохозяйственном производстве в конце XX — начале XXI в. существенно изменили характер использования земельных ресурсов [6–8]. В 1990-х гг. значительная часть целинных и залежных земель, освоенных в 60-х гг. XX в., без государственной поддержки перешла в залежь (сенокосы и пастбища). В современных условиях с укреплением материально-технической базы хозяйств началось повторное освоение залежных земель, которое сопровождается усилением ветровой эрозии. Это вызывает необходимость анализа влияния технологий освоения целинных и залежных земель в середине XX — начале XXI в. на эрозионные процессы и плодородие почв.

Цель исследований — анализ влияния технологий освоения целинных и залежных земель на эрозионные процессы в степной зоне в 1960-х гг. и современных условиях для обоснования подходов к предотвращению деградации почв и опустынивания агроландшафтов.

Материалы и методы исследования /

Materials and methods

Объект исследований — технологии и подходы к предотвращению деградации почв, опустынивание агроландшафтов в 1960-х гг. и начале XXI в. на юге Средней Сибири.

Исследования осуществляли по материалам научных исследований на подверженных ветровой эрозии черноземных и каштановых почвах в степной зоне Республики Хакасия во второй половине XX в. и в современных условиях. Данные брали из отчетов Научно-исследовательского института аграрных проблем Хакасии за 1965–2023 гг.

Информацию о технологиях освоения черноземов южных, обыкновенных маломощных малогумусных целинных и залежных земель в 1960-х гг. и современных условиях брали в ООО «Целинное», расположенном в степной зоне Ширинского района (Республика Хакасия, Россия).

Сведения о температуре воздуха, сумме атмосферных осадков, числу дней с сильными ветрами со скоростью ≥ 15 м/с и пыльными бурями взяты с электронного ресурса³ метеорологических станций «Бая» и «Шира».

При выполнении исследований использовали статистические и графические методы: метод полевого опыта Б.А. Доспехова⁴, пакет программ AgCStat⁵ в виде надстройки Excel (США). Эродируемость определялась по методу Е.И. Шиятого⁶, гумус и подвижный фосфор — по Мачигину⁷.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

При освоении целинных и залежных земель прежде в степной зоне Республики Хакасия использовали традиционную технологию, перенесенную из европейской части страны (зяблевая обработка почвы плугами с лущильниками на сплошных массивах). Возделывали в основном зерновые культуры (пшеница, ячмень, овес).

В эрозионно опасной зоне через несколько лет после массового освоения целинных и залежных земель это привело к сильному развитию эрозии почв (табл. 1, рис. 1, 2).

Таблица 1. Площадь эродированной пашни в Бейском и Ширинском районах Республики Хакасия [1]⁸

Table 1. The area of eroded arable land in the Baysky and Shirinsky districts of the Republic of Khakassia [1]

Совхоз	Вид эрозии	Степень эродированности			Всего	
		слабая	средняя	сильная		
Бейский район						
«Бондаревский»	ветровая	тыс. га		6,0	1,0	7,0
		%		33,1	5,6	38,7
	совместная	тыс. га	1,4	2,3	7,4	11,1
		%	7,7	12,7	40,9	61,3
«Табатский»	ветровая	тыс. га	4,4	1,2	0,8	6,4
		%	37,9	10,4	6,9	17,2
	совместная	тыс. га		4,7	0,5	5,2
		%		40,5	4,3	44,8
«Означенский»	ветровая	тыс. га	7,5	1,8	0,6	9,9
		%	44,1	10,6	3,5	58,2
	совместная	тыс. га	1,3	5,8		7,1
		%	7,7	34,1		41,8
Среднее	ветровая	%	27,3	18,5	4,8	
	совместная	%	5,1	29,1	15,1	
	всего	%	32,4	47,6	19,9	
Ширинский район						
«Имени XX партсъезда»	ветровая	тыс. га	6,1	10,5	4,5	21,1
		%	28,9	49,8	21,3	100,0
«Восток»	ветровая	тыс. га	4,6	9,2	1,6	15,4
		%	29,9	59,7	10,4	100,0
«Ширинский»	ветровая	тыс. га	8,7	8,2	2,0	18,9
		%	39,0	36,8	9,0	84,8
	водная	тыс. га	0,3			0,3
		%	1,4			1,4
	совместная	тыс. га	2,5	0,3	0,3	3,1
		%	11,2	1,3	1,3	13,8
Среднее	ветровая	%	32,6	48,8	13,6	
	водная	%	0,3			
	совместная	%	3,7	0,4	0,4	
Всего		%	36,7	49,2	14,0	

¹ О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии. 1967.

² Генеральная схема противозерозионных мероприятий на Хакасскую автономную область Красноярского края. Красноярск: Восточно-Сибирский филиал института «Росгипрозем». 1973.

³ ООО «Яндекс.Погода».

⁴ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва. «КолосС». 1985.

⁵ <http://vniioh.ru/nadstrojka-k-excel-dlya-statisticheskoy-ocenki-i-analiza-rezultatov-polevyx-i-laboratornyx-opytov/>

⁶ Шиятый Е.И. Основы защиты почв от ветровой и водной эрозии. В кн.: Почвозащитная система земледелия. Алма-Ата: Кайнар. 1985; 8–22.

⁷ ГОСТ 26205-91 Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. Комитет стандартизации и метрологии СССР. Москва (дата введения: 01.07.1993).

⁸ Генеральная схема противозерозионных мероприятий на Хакасскую автономную область Красноярского края. Красноярск: Восточно-Сибирский филиал института «Росгипрозем». 1973.

Рис. 1. Отложение мелкозема с подветренной стороны лесополосы. Совхоз «Тагарский». 1970 г. Автор Е.Я. Чебоचाков. Фото из архива научно-исследовательского института аграрных проблем Хакасии

Fig. 1. Deposition of fine-grained soil from the leeward side of the forest belt. "Tagarsky" State Farm. 1970. The author is E.Ya. Chebochakov. Photo from the archive of the Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia



Рис. 2. Возобновление эрозионных процессов на целинных и залежных землях. Совхоз «Аршановский». 1980 г. Автор Е.Я. Чебоचाков. Фото из архива научно-исследовательского института аграрных проблем Хакасии

Fig. 2. Resumption of erosion processes on virgin and fallow lands. State farm "Arshanovsky". 1980. The author is E.Ya. Chebochakov. Photo from the archive of the Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia



Обследование почв через 15–20 лет после освоения целины (1973 г.) показало, что на территории совхоза «Табатский», расположенного в юго-западной части республики, эрозионным процессам в слабой степени подвержены 37,9% площади пашни, в средней — 50,9%, в сильной — 11,2%, «Бондаревский» — в сильной степени (46,5%). Так, в совхозе «Ширинский», расположенном в северной части Хакасии, на долю слабоэродированных почв приходилось 51,6% пашни, среднеэродированных — 38,1%, сильноэродированных — 10,3%, «Восток» — соответственно, 29,9%, 59,7% и 10,4%.

Таким образом, традиционная технология освоения целинных и залежных земель привела к экологической катастрофе в степной зоне Хакасии.

Сильная деградация и опустынивание агроландшафтов на больших площадях вызвали необходимость разработки комплекса противозерозионных приемов с учетом местных почвенно-климатических условий, степени эродированности почв с целью сохранения и повышения плодородия почв. Особенно актуальными оказались полосное размещение сельскохозяйственных культур и пара, оценка почвозащитной способности посевов пшеницы, ячменя, овса и других сельскохозяйственных культур.

Многолетние научные исследования в дефляционной опасной аридной зоне показали, что одним из самых

эффективных элементов степного почвозащитного земледелия республики является полосное размещение сельскохозяйственных культур и пара.

Следует отметить, что, в отличие от Павлодарской области Казахстана, где при полосном размещении выращивают в основном многолетние травы, в засушливых малоснежных степных условиях Республики Хакасия их занимают однолетними культурами (яровая пшеница, ячмень, овес, кукуруза и однолетние травы) [1].

Длительное использование легкосуглинистых почв эрозионной агроэкологической группы земель Абакано-Енисейского междуречья республики, по данным станции агрохимической службы «Хакасская», привело к снижению плодородия.

Сильные ветры, особенно в весенние месяцы, уносят мелкозем на большие расстояния, снижая плодородие почв. Анализ данных агрохимического обследования почв пашни Алтайского района с 1964 по 2015 г. (I–III цикл) показал снижение содержания гумуса и подвижного фосфора в последние годы. Это объясняется сильной подверженностью почв ветровой эрозии почв. Сильное снижение содержания гумуса (до 3,1–3,2%) отмечалось при V и VI циклах определения, когда использовались в пашне сильноэродированные почвы.

Анализ содержания гумуса показал, что в Алтайском районе потери составили 16,4–22,9% [9], в связи с этим сильноэродированные почвы залежи лучше не распахивать.

В такой эрозионно опасной степной зоне сильное и длительное проявление эрозионных процессов может привести к потере гумуса до содержания в породе. И.Н. Шарков приводит обобщенную схему возможных изменений содержания гумуса в пахотном слое в процессе освоения и использования черноземов [10]. Аналогичные данные получены в других регионах [11–13]

Результаты данных многолетних исследований продемонстрировали необходимость перенесения основной обработки почвы с осени на весну с целью сохранения стерневых остатков, что значительно (на 8–9 месяцев) сокращало продолжительность эрозионно опасного периода (табл. 2) [14].

Способы и сроки основной обработки почвы сильно влияют на продуктивность возделываемых культур. Например, в многоснежных районах Северного Казахстана используют осеннюю основную обработку почвы. В степных условиях Хакасии в среднем за три года (1972–1974 гг.) при весенних основных обработках урожайность яровой пшеницы оказалась на 0,2–1,0 ц/га выше, чем после осенних [17].

На темно-каштановой почве были разработаны системы основной обработки почвы под разные сельскохозяйственные культуры в полевом севообороте. Результаты исследований, проведенных в 1979–1982 гг. с варьированием суммы атмосферных осадков от 224 до 447 мм за год, свидетельствуют, что плоскорезная и отвальная обработка в паровом поле в 4-польном

Таблица 2. Урожайность яровой пшеницы при разных способах сроках основной обработки чернозема обыкновенного, ц/га
Table 2. Yield of spring wheat at different methods and terms of basic processing of ordinary chernozem, c/ha

Обработка	1972 г.	1973 г.	1974 г.	Среднее
Осенняя отвальная на 18–20 см	9,5	16,4	4,5	10,1
Весенняя отвальная на 18–20 см	10,4	16,6	6,2	11,1
Осенняя плоскорезная на 10–12 см	8,8	15,6	4,6	9,7
Весенняя плоскорезная на 10–12 см	9,1	15,3	5,3	9,9
НСП ⁰⁵	3,4	1,2		

севообороте в среднем обеспечивала почти одинаковую урожайность яровой пшеницы (12,2–12,4 ц/га). При этом кукуруза в самом засушливом (1981 г.) году при плоскорезной обработке существенно (на 17,5 ц/га) снизила урожайность по сравнению со вспашкой. Овес, размещенный по пропашному предшественнику (кукурузе), в 4-польном зернопаропропашном севообороте в 1979 г., 1980 г., 1982 г. при плоскорезной обработке на 10–12 см обеспечил существенную прибавку урожая. Аналогичные результаты по минимальной обработке получены на черноземах [15–17].

Агроэкологическая оценка возделываемых в местных условиях сельскохозяйственных культур показала возможность совершенствования структуры посевных площадей. В зоне сильно развитой ветровой эрозии необходимо комплексное применение всех приемов почвозащитного земледелия, в том числе полосного размещения посевов, весенней минимальной основной обработки почвы, оптимальной структуры посевных площадей. При полосном размещении сельскохозяйственных культур и пара для сохранения почвенного плодородия необходимо расширять площади, занятые более урожайными культурами.

В первые годы освоения целинных и залежных земель в основном возделывали яровую пшеницу по зяблевой отвальной обработке почвы. Противозероизионная устойчивость агроландшафтов при этом резко снижалась, так как это приводило к уничтожению полосного размещения культур.

Прежде (1960–1965 гг.) в республике на долю чистых паров приходилось всего 10,8–14,7% пашни, и преимущественно после них высевали яровую пшеницу. На основании многолетних исследований было

рекомендовано расширить площади чистых паров и посевов более урожайных, чем яровая пшеница, зернофуражных и кормовых культур (овес, ячмень, однолетние травы), которые обладают лучшими почвозащитными свойствами.

В результате доля чистого пара была увеличена на 8,7% с 1975 по 1985 г., овса — на 13,6%, а пшеницы — сокращена на 11,9%. В комплексе с минимальной обработкой почвы это оказало очень сильное влияние как в усилении защиты почвы от дефляции, так и в обеспечении стабильности земледелия [18].

Деградацию почв и опустынивание агроландшафтов в 1960-х гг. можно оценивать как экологическую катастрофу, связанную с уничтожением целинной и залежной растительности, веками защищавшей почву от воздействия сильных ветров. Посевные площади сельскохозяйственных культур в результате распашки новых земель увеличились с 300,0 тыс. га (1950 г.) до 804,0 тыс. га (1960 г.). До начала освоения целинных и залежных земель (1951–1955 гг.) в зоне обслуживания метеостанций Шира и Бея отмечали, соответственно, 0,8 и 9,6 дня с пыльными бурями в год, после их распашки (1961–1965 гг.) величина этого показателя возросла до 6 раз, в начале века (2005–2015 гг.) они практически отсутствовали (рис. 4).

В новых социально-экономических условиях (в 1990-х гг.) изменились подходы к использованию сельскохозяйственных угодий. Площадь посева сельскохозяйственных культур уменьшилась в 4 раза (с 804,0 тыс. га в 1960 г. до 199,5 тыс. га в 2005-м). Однако в последние годы из-за возобновления распашки полей сплошными массивами вновь началась деградация почв (рис. 5).

Из приведенного материала наглядно видно, что при сильных ветрах в засушливой зоне Хакасии отмечаются перенос и отложение мелкозема на подветренной стороне поля.

Эрозионные процессы в современных условиях, как в 1960-х гг., проявляются в основном при повторном освоении залежных земель и многократной обработке почвы при уходе за паровым полем сплошными массивами. Использование таких технологий приводит к уничтожению растительных остатков, распылению почвы и пыльным бурям (табл. 3).

При 3–5-кратной обработке почвы залежи плугом и дисковым в крестьянско-фермерском хозяйстве «Тормозаков» Бейского района в 2023 г. стерневые остатки отсутствовали, доля частиц почвы размером больше 1 мм достигала 41,3%, эродированность — 147,9 г / 5 мин (допустимый предел 34 г / 5 мин). Это привело к сильному увеличению эродированности почвы и ветровой эрозии.

Проявлению ветровой эрозии в степной зоне Республики Хакасия способствуют сложные метеорологические условия (табл. 4).

Рис. 4. Число дней с пыльными бурями на территории обслуживания метеостанций Шира и Бея.

Fig. 4. The number of days with dust storms in the service area of the Shira and Beya weather stations

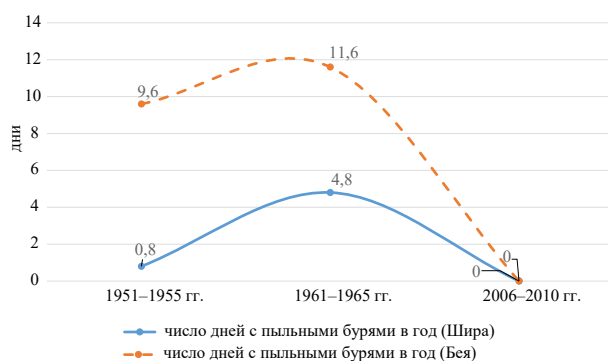


Рис. 5. Начало пыльной бури при сплошной распашке почв залежи в Бейском районе (2023 г.). Автор Е.Я. Чебоचाков

Fig. 5. The beginning of a dust storm during continuous plowing of the soils of the deposit in the Baysky district (2023). The author is E.Ya. Chebochakov



Таблица 3. Эродированность почвы при разных обработках и предшественниках. 2023 г.

Table 3. Soil erodibility under different treatments and precursors. 2023

Предшественник	Фракции > 1 мм, %	Количество стерневых остатков, шт/м²	Эродированность, г / 5 мин
Пар чистый (4–5 обработок)	41,3	0,0	147,9
Пшеница (до обработки почвы)	58,5	203,8	32,4
Пшеница (после одной обработки дисковым)	56,9	104,4	46,8
НСР ₀₅	12,4		

Таблица 4. Метеорологические условия в степной зоне Республики Хакасия (метеостанция Бея, 2020–2023 гг.)

Table 4. Meteorological conditions in the steppe zone of the Republic of Khakassia (Bey weather station, 2020–2023)

Год	Март	Апрель	Май	Среднее
Температура воздуха, °С				
2020	-0,6	8,4	14,0	7,4
2021	-3,3	4,1	11,4	4,3
2022	-4,6	5,7	14,7	5,3
2023	-0,1	1,0	9,1	3,3
Атмосферные осадки, мм				
2020	12,2	6,7	22,5	13,7
2021	17,5	19,9	58,1	31,8
2022	1,0	29,0	14,7	14,9
2023	8,5	38,5	57,3	34,8
Число дней с ветром со скоростью ≥ 15 м/сек				
2020	12	1	8	7
2021	8	4	6	6
2022	7	7	6	7
2023	1	3	1	2

Таблица 5. Влияние технологий освоения и использования целинных и залежных земель в 1960-х годах и современных условиях на эрозионные процессы (ООО «Целинное»)

Table 5. The impact of technologies for the development and use of virgin and fallow lands in the 1960s and modern conditions on erosion processes (LLC "Tselinnoe")

Приемы и условия освоения целины, залежи	В период освоения целинных и залежных земель по традиционной технологии (1954–1961 гг.)	В период освоения залежных земель по новой технологии (2018–2023 гг.)
Использование сильнодефлированных почв	использовались	не использовались
Основная обработка почвы	отвальная	минимальная
Срок основной обработки почвы	осенняя	весенняя
Предпосевная обработка почвы (от площади посева), %	100,0	70,0–80,0
Почвообрабатывающее орудие	плуг	культиватор стерневой
Размещение сельскохозяйственных культур и пара	сплошное	полосное
Гербициды	нет	есть
Прямой посев (от площади посева), %	0	25,0...30,0
Проявление дефляции	сильное	слабое
Количество дней с пыльной бурей весной (данные метеостанции Ширы)	до 4,8	не отмечено

Ежегодно отмечаются высокая температура воздуха, дефицит атмосферных осадков и сильный ветер. Так, по данным метеостанции Ширы, сумма атмосферных осадков весной 2022–2023 гг. в среднем составила всего 15,7 мм, Бея — 13,7 мм. Число дней с сильными ветрами со скоростью более 15 м/сек в это время достигает от 2 до 7 (по годам).

Большие усилия авторами были направлены на разработку почвозащитной технологии освоения залежных земель. Полевые опыты в 2012–2016 гг. закладывались на черноземных и каштановых почвах.

Для снижения эродированности почвы залежи гербицида Торнадо 500 вносили на одном участке в июне, на другом — в августе. По данным, эродированность почвы при обработке ее с внесением гербицида Торнадо 500 в июне составила 81,4 г / 5 мин, в августе — 32,4 г / 5 мин (допустимый предел 34 г / 5 мин). Последнее объясняется большим сохранением растительных остатков на поверхности почвы.

В современных условиях противоэрозионную устойчивость почв при освоении залежных земель можно продемонстрировать на примере ООО «Целинное» Ширинского района. Здесь при обработке почвы залежи широко применялся гербицид Торнадо 500.

Эффективность разных технологий освоения залежных земель представлена на рисунке 6, в таблице 5.

Полосное размещение сельскохозяйственных культур и другие почвозащитные приемы защищают почву залежных земель хозяйства.

Технологии освоения и использования целинных и залежных земель в разные периоды сильно отличаются. Так, в 1960-х гг. проводили осеннюю отвальную обработку почв больших массивов легкосуглинистых почв.

Рис. 6. Полосное размещение чистого пара и сельскохозяйственных культур (ООО «Целинное». 2021 г.). Автор Е.Я. Чебоचाков

Fig. 6. Strip placement of pure steam and agricultural crops (LLC "Tselinnoe". 2021). The author is E.Ya. Chebochakov



В современных условиях сильнодефлированные почвы выведены из пашни. На средне- и слабдефлированных почвах используется комплекс противодефляционных приемов, включая полосное размещение сельскохозяйственных культур, минимальную обработку почвы, применение гербицидов и другие противоэрозионные мероприятия.

В 2018–2023 гг. в ООО «Целинное» возделывались яровая пшеница, ячмень, овес, урожайность их составляла 17–20 ц/га. Эта технология обеспечивает устойчивое развитие хозяйства. При этом ветроустойчивость ее значительно повысилась, количество дней с пыльными бурями уменьшилось [19].

Выводы/Conclusions

Уничтожение целинной и залежной растительности при освоении новых земель по традиционной технологии в 1960-х годах и теперь является основной причиной развития ветровой эрозии в степной зоне.

При 3–5-кратной обработке почвы залежи плугом и дисковым растительные остатки отсутствовали, доля фракции размером больше 1 мм достигала 41,3%, эродированность — 147,9 г / 5 мин (допустимый предел 34 г / 5 мин). Эродированность почвы залежи при технологии обработки с внесением гербицида Торнадо 500 в июне составила 81,4 г / 5 мин, в августе — 32,4 г / 5 мин (в 2,5 раза меньше).

В современных условиях комплексное применение почвозащитной технологии (полосного размещения сельскохозяйственных культур, минимальной обработки почвы, внесение изучаемых препаратов, выведение сильнодефлированных почв из структуры пашни) позволяет приостановить эрозионные процессы.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бараев А.И. (ред.). Почвозащитное земледелие. М.: Колос. 1975; 304.
2. Каштанов А.Н. Александр Иванович Бараев и современное земледелие. Развитие идей почвозащитного земледелия в новых социально-экономических условиях. Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня рождения академика ВАСХНИЛ А.И. Бараева. Шортанды. 2003; 3–7.
3. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь. М.: Сельхозгиз. 1936; 115.
4. Гамзиков Г.П. Система No-Till в сибирском земледелии: проблемы, реальности и перспективы. *Земледелие*. 2024; (3): 10–17. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2024-3-10-17>
5. Формирование и свойства перевенных почв. Под ред. проф. Н.В. Орловского. М.: Наука. 1967; 204.
6. Хлыстун В.Н., Алакоз В.В. О государственном регулировании сельскохозяйственного землепользования. *Платородие*. 2022; (3): 61–67. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.126.17>
7. Семинченко Е.В. Влияние предшественников и приемов биологизации на продуктивность севооборотов в условиях Нижнего Поволжья. *Земледелие*. 2021; (1): 7–10. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2021-10102>
8. Иванова Н.Н., Фомичева Д.В., Рухович Д.И., Шамшурина Е.Н. Ретроспективный анализ истории земледельческого освоения и оценка темпов эрозии почв в бассейне р. Локны Тульской области. *Почвоведение*. 2023; (7): 872–886. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22601475>
9. Градобоева Н.А., Елизарьев В.В., Сиренева Н.В. Мониторинг почвенного плодородия пахотных земель Республики Хакасия. *Достижение науки и техники АПК*. 2016; 30(7): 44–47. <https://www.elibrary.ru/wjxnur>
10. Шарков И.Н. Интенсификация агротехнологий — главный приоритет сибирского земледелия. *Наука и технологии Сибири*. 2021; (3): 13–19.
11. Скороходов В.Ю., Максютов Н.А., Зоров А.А., Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В., Зенкова Н.А. Сохранение плодородия и защита почвы от эрозии в степной зоне Южного Урала. *Платородие*. 2021; (6): 22–25. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.123.06>
12. Власенко А.Н., Власенко Н.Г. No-Till технологии на пути к полям Сибири. *Наука и технологии Сибири*. 2021; (3): 9–12.
13. Кирюшин В.И. Состояние и проблемы развития адаптивно-ландшафтного земледелия. *Земледелие*. 2021; (2): 3–7. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2021-10201>
14. Ачитаев Г.Б. Эффективность различных способов обработки почвы под яровую пшеницу на обыкновенных черноземах Хакасии. *Научные основы защиты почв от эрозии в Восточной Сибири*. Красноярск. 1978; 15–21.
15. Дригидер В.К., Иванов А.Л., Белобров В.П., Кутюва О.В. Восстановление свойств почв в технологии прямого посева. *Почвоведение*. 2020; (9): 1111–1120. <https://doi.org/10.31857/S0032180X20090038>
16. Белобров В.П. и др. Изменение физических свойств черноземов при прямом посеве. *Почвоведение*. 2020; (7): 880–890. <https://doi.org/10.31857/S0032180X20070023>
17. Поляков Д.Г. Обработка почвы и прямой посев: агрофизические свойства черноземов и урожайность полевых культур. *Земледелие*. 2021; (2): 37–43. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2021-10208>
18. Чебокаков Е.Я. Совершенствование почвозащитного степного земледелия. Абакан: Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии. 2019; 277. ISBN 978-5-904780-91-3
19. Чебокаков Е.Я., Шпедт А.А., Иванов О.А., Муртаев В.Н. Борьба с ветровой эрозией почв. Красноярск: Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук; Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии. 2023; 88. ISBN 978-5-6050878-0-9

ОБ АВТОРАХ

Егор Яковлевич Чебокаков¹

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник echebochakov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9398-4197>

Олег Анатольевич Иванов¹

кандидат технических наук, директор niiaphkak@yandex.ru

Алексей Иосифович Капсаргин²

директор agrohim_19@mail.ru

Валерий Николаевич Муртаев¹

младший научный сотрудник <https://orcid.org/0000-0002-9474-3424>

¹ Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии — филиал Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», с. Зелёное, Усть-Абаканский р-н, Республика Хакасия, 655132, Россия

² Станция агрохимической службы «Хакасская», ул. Хакасская, 25, Абакан, Республика Хакасия, 655017, Россия

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

1. Baraev A.I. (ed.). Soil protection agriculture. Moscow: Kolos. 1975; 304 (in Russian).
2. Kashtanov A.N. Alexander Ivanovich Baraev and modern agriculture. *The development of the ideas of soil-protective agriculture in new socioeconomic conditions. Collection of reports of the International scientific and practical conference dedicated to the 95th anniversary of the birth of academician of All-Union Academy of Agricultural Sciences A.I. Baraev*. Shortandy. 2003; 3–7 (in Russian).
3. Dokuchaev V.V. Our steppes before and now. Moscow: Publishing House of agricultural literature. 1936; 115 (in Russian).
4. Gamzikov G.P. The No-Till system in Siberian agriculture: problems, realities and prospects. *Zemledelie*. 2024; (3): 10–17 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2024-3-10-17>
5. Formation and properties of transplanted soils. Edited by prof. N.V. Orlovsky. Moscow: Nauka Publishing House. 1967; 204 (in Russian).
6. Khlystun V.N., Alakoz V.V. About state regulation agricultural land use. *Plodородие*. 2022; (3): 61–67 (in Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.126.17>
7. Seminchenko E.V. Influence of forecrops and methods of biologization on the productivity of crop rotations under conditions of the Lower Volga region. *Zemledelie*. 2021; (1): 7–10 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2021-10102>
8. Ivanova N.N., Fomicheva D.V., Rukhovich D.I., Shamshurina E.N. Retrospective Analysis of the History of Agricultural Development and Evaluation of Soil Erosion Rates in the Lokna River Basin Tula Oblast. *Eurasian Soil Science*. 2023; 56(7): 963–975 (in Russian). <https://doi.org/10.1134/S1064229323600586>
9. Gradoboyeva N.A., Elizaryev V.V., Sirenova N.V. Monitoring of soil fertility of arable lands in the Republic of Khakassia. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2016; 30(7): 44–47 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/wjxnur>
10. Sharkov I.N. Intensification of agrotechnologies is the main priority of Siberian agriculture. *Nauka i tekhnologii Sibiri*. 2021; (3): 13–19 (in Russian).
11. Skorokhodov V.Yu., Maksyutov N.A., Zorov A.A., Mitrofanov D.V., Kaftan Yu.V., Zenkova N.A. Fertility preservation and protection of soil from erosion in the steppe zone of the Southern Urals. *Plodородие*. 2021; (6): 22–25 (in Russian). <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.123.06>
12. Vlasenko A.N., Vlasenko N.G. No-Till technologies on the way to the fields of Siberia. *Nauka i tekhnologii Sibiri*. 2021; (3): 9–12 (in Russian).
13. Kiryushin V.I. State and problems of development of adaptive landscape agriculture. *Zemledelie*. 2021; (2): 3–7 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2021-10201>
14. Achitayev G.B. The effectiveness of various methods of tillage for spring wheat on ordinary chernozems of Khakassia. *Scientific foundations of soil protection from erosion in Eastern Siberia*. Krasnoyarsk. 1978; 15–21 (in Russian).
15. Dridiger V.K., Ivanov A.L., Belobrov V.P., Kutovaya O.V. Rehabilitation of Soil Properties by Using Direct Seeding Technology. *Eurasian Soil Science*. 2020; 53(9): 1293–1301. <https://doi.org/10.1134/S1064229320090033>
16. Belobrov V.P. et al. Changes in Physical Properties of Chernozems under the Impact of No-Till Technology. *Eurasian Soil Science*. 2020; 53(7): 968–977. <https://doi.org/10.1134/S1064229320070029>
17. Polyakov D.G. Tillage and direct sowing: agrophysical properties of chernozems and yield of field crops. *Zemledelie*. 2021; (2): 37–43 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2021-10208>
18. Chebochakov E.Ya. Improvement of soil-protective steppe agriculture. Aбакан: Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia. 2019; 277 (in Russian). ISBN 978-5-904780-91-3
19. Chebochakov E.Ya., Shpedt A.A., Ivanov O.A., Murtaev V.N. Combating wind erosion of soils. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia. 2023; 88 (in Russian). ISBN 978-5-6050878-0-9

ABOUT THE AUTHORS

Egor Yakovlevich Chebochakov¹

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher echebochakov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9398-4197>

Oleg Anatolyevich Ivanov¹

Candidate of Technical Sciences, Director niiaphkak@yandex.ru

Alexey Iosifovich Kapsargin²

Director agrohim_19@mail.ru

Valery Nikolaevich Murtaev¹

Junior Researcher junior Assistant <https://orcid.org/0000-0002-9474-3424>

¹ Scientific Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia — branch of the Federal Research Center “Krasnoyarsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”, Zelenoe village, Ust-Abakan district, Republic of Khakassia, 655132, Russia

² Agrochemical Service Station “Khakasskaya”, 25 Khakasskaya Str., Abakan, Republic of Khakassia, 655017, Russia