

2  
НОМЕР

БОИЦ

ISSN 2304-9081

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

<http://www.elmag.uran.ru>



# БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН



Блюментрост Л.Л.



Карпинский А.П.

2024

**УЧРЕДИТЕЛЬ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ОРЕНБУРГСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

© Коллектив авторов, 2024

УДК 633.1(21)

*Ю.М. Нестеренко, А.В. Халин, Н.В. Соломатин, С.А. Федюнин, Д.А. Гринцов*

## **ПАХОТНЫЕ ЗЕМЛИ СТЕПЕЙ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ ПЛАНЕТЫ: РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ**

Оренбургский федеральный исследовательский центр УрО РАН (Отдел геоэкологии), Оренбург, Россия

Рассмотрено формирование пахотных земель в степях Северного полушария Земли. От естественных почв пахотные земли унаследовали свои генетические названия (черноземы, каштановые). Однако распашка целинных земель привела к уничтожению биогеоценозов, приспособившихся в процессе эволюции к дефициту влаги, и опадно-дернового покрова, который являлся исходным материалом черноземов и его защитой. Изменились условия почвообразовательного процесса, водный и тепловой режимы почв и их водно-физические свойства. гумусовый горизонт. Интенсивность минерализации гумуса при распашке целинных и залежных земель неодинакова у разных подтипов черноземов. Но при внесении удобрений содержание гумуса в почве не уменьшается и даже может увеличиться. На пахотных землях в сухой степи влага является фактором, определяющим в формировании почв и урожайности сельскохозяйственных культур.

*Ключевые слова:* степная зона, климат, водные ресурсы, почвы степей, урожайность зерновых культур, Северное полушарие.

---

---

*Yu.M. Nesterenko, A.V. Khalin, N.V. Solomatin, S.A. Fedyunin, D.A. Grintsov*

## **ARABLE LANDS OF THE STEPPES OF THE NORTHERN HEMISPHERE OF THE PLANET: DISTRIBUTION AND PRODUCTIVITY**

Orenburg Federal Research Center, UB RAS (Geoecology Department), Orenburg, Russia

The formation of arable lands in the steppes of the Northern hemisphere of the Earth is considered. Arable lands inherited their genetic names from natural soils (chernozems, chestnuts). However, the plowing of virgin lands led to the destruction of biogeocenoses, which adapted in the process of evolution to a shortage of moisture, and the fall-turf cover, which was the source material of chernozems and its protection. The conditions of the soil-forming process, the water and thermal regimes of soils and their water-physical properties have changed. humus horizon. The intensity of humus mineralization during plowing of virgin and fallow lands is not the same for different subtypes of chernozems. But when fertilizers are applied, the humus content in the soil does not decrease and may even increase. On arable lands in the dry steppe, moisture is a determining factor in the formation of soils and crop yields.

*Key words:* steppe zone, climate, water resources, steppe soils, arable lands, Northern Hemisphere.

### **Введение**

Пахотные земли степной зоны созданы человеком из естественных степей, имевших опадно-дерновое покрытие, которое создает в почве особые, не имеющие аналогов, микроклимат, режим влажности и почвообразовательный процесс. От естественных почв пахотные земли унаследовали свои генетиче-

ские названия (черноземы, каштановые), веками сложившийся из опадно-дернового покрытия и внутрипочвенной органики гумусовый горизонт и ряд других особенностей. Однако пахотные земли имеют ряд существенных отличий от целинных земель. Распашка целинных земель привела к уничтожению приспособившихся в процессе эволюции к дефициту влаги биогеоценозов, создававших и постоянно поддерживавших опадно-дерновый покров, который являлся исходным материалом черноземов и его защитой. Это коренным образом изменило условия почвообразовательного процесса, водный и тепловой режимы почв и их водно-физические свойства, гумусовый горизонт и ряд других особенностей.

**Целью** работы явился анализ формирования пахотных земель в степях Северного полушария Земли.

### **Материалы и методы**

Характеристики природы и параметры состояния и продуктивности пахотных земель Северного полушария земного шара. Используются методы современной математической обработки.

### **Результаты и обсуждение**

#### **Пахотные земли, формирование и свойства**

Пахотные земли созданы человеком из естественных, тысячелетия формирующихся биогосистем, унаследовав от них внутрипочвенную органику, гумусовый горизонт, водно-физические свойства и ряд других особенностей. Однако они имеют ряд существенных отличий от целинных земель.

В таблице 1 дана сравнительная характеристика основных водно-физических свойств пашни в сравнении с другими угодьями на черноземах южных в степях Южного Предуралья. Данные, представленные в таблице, показывают, что пашня имеет фильтрационные свойства и объемный вес близкие к величинам на некосимой целине. Однако, в отличие от стабильных в вегетационный период этих показателей на целине, пашня к середине вегетационного периода уплотняется с поверхности до 1,20-1,25 г/см<sup>3</sup>, а начальная скорость впитывания воды уменьшается в 2-3 раза.

Другой отличительной особенностью пахотных земель является их температурный режим.

По нашим измерениям на пахотных землях на открытых участках температура поверхности почвы летом поднимается до 45-60°C, а на не косимой целине она возрастает лишь на 3-5 °C выше температуры воздуха.

Таблица 1. Динамика впитывания воды в почву, коэффициент фильтрации и объемный вес тяжелосуглинистых южных черноземов на Покровском опытном участке в Южном Предуралье в зависимости от угодья

Уго- дье	Показатель, единица измерения	Время от начала затопления площади по Н.С. Нестерову t, мин								Кэф- фициент фильтра- ции, мм/мин	Объем- ный вес в слое 0-20 см, г/см <sup>3</sup>
		2	5	10	20	30	40	50	60		
Це- лина не ко- си- мая	скорость впитывания, мм/мин	10	5	3	2.5	2.2	2.0	1.8	1.8	1.8	1.05
	впитывание за время t, мин	20	35	50	75	97	117	135	153		
Це- лина вы- битая	скорость впитывания, мм/мин	1.5	1.3	1.25	1.20	1.15	1.0	0.9	0.8	0.8	1.20
	впитывание за время t, мин	3	7	13	25	37	47	56	64		
Паш- ня	скорость впитывания, мм/мин	6	3.5	2.6	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7	1.7	1.05
	впитывание за время t, мин	12	23	36	58	78	97	115	132		
Лес- ная по- лоса с под- стил- кой	скорость впитывания, мм/мин	20	8	6	3.8	3.5	3.2	3.0	2.9	2.8	0.93
	впитывание за время t, мин	40	64	94	132	167	199	229	258		

Важнейшей характеристикой почв является содержание в них гумуса и его состав. Гумус почв был и остается предметом исследований многих наших ученых – В.В. Докучаева [1], П.А. Костычева [2], В.Р. Вильямса [3], В. Тюрина [4], К.К. Гедройца [5], М.М. Кононовой [6], Л.А. Гришиной [7], Д.С. Орлова [8], А.И. Климентьева [9, 10] и др. За рубежом проблеме гумуса посвящены работы Р. Тайта III [11] и многих других.

## Пахотные земли степной зоны России

Пахотные земли России занимают 116 млн. га, составляет 10% от общей площади страны. Большинство исследователей степных почв [12, 13] считают, что распашка земель и их эксплуатация без внесения удобрений приводит к постепенному уменьшению гумуса в почве, а при систематическом внесении органических и минеральных удобрений содержание гумуса в почве практически не уменьшается.

По исследованиям Н.А. Титова [12], на Ергенской возвышенности в пределах Прикаспийской низменности в Калмыкии запасы гумуса и азота за 11 лет освоения почв мало изменились (табл. 2), что свидетельствует о стабильности гумуса при освоении целинных земель.

Таблица 2. Запасы гумуса и азота в целинных и освоенных почвах светло-каштановых на Ергенской возвышенности в Прикаспийской низменности, кг/м<sup>2</sup> [12]

Целина			Освоенные почвы					
глубина, см	гумус	азот	глубина, см	житняк		лесная поляна		зерновые гумус
				гумус	азот	гумус	азот	
0-10	3.15	0.20	0-10	2.56	0.16	2.31	0.14	2.57
10-15	1.26	0.08	10-20	2.58	0.15	2.46	0.14	2.63
15-25	2.17	0.14	20-30	2.58	0.13	2.12	0.13	2.04
25-37	2.27	0.16	30-40	1.94	0.12	2.23	0.14	1.82
37-50	1.83	0.16	40-50	1.56	0.10	1.10	0.08	1.46
0-20	5.49	0.33	0-20	5.14	0.31	4.77	0.28	5.20
0-50	10.68	0.72	0-50	10.87	0.66	10.22	0.63	10.52

Исследования В.В. Лаврентьева [13] в Курской области выявили, что в лесостепной зоне при 582 мм атмосферных осадков в год и коэффициенте увлажнения ( $K_{ув}$ ) по Иванову 0,89 за 67-летний период эксплуатации в пашне без внесения удобрений содержание гумуса в сравнении с целиной уменьшилось с 30,89 кг/м<sup>2</sup> до 24,24 кг/м<sup>2</sup>, то есть на 21% или на 0,3% в год от его количества в почве (табл. 3).

При внесении 15 т/га навоза в год на обыкновенных черноземах Днепропетровской области на Украине при годовой сумме осадков 423 мм и  $K_{ув} = 0,5$  за 18 лет эксплуатации пашни без удобрений потеря гумуса по дополнительным нашим расчетам в сравнении с залежью составила 13% или 0,7% в год, а при внесении 4,5 т/га навоза снижение плодородия составило 5,8%

или 0,3% в год от запасов гумуса в почве. Мощные средне выщелоченные черноземы в Харьковской области при осадках 415 мм/год и  $K_{ув} = 0,5$  за 35 лет пахоты без внесения удобрений имели гумуса на 8% меньше, чем на залежи, т.е. потеря составила 0,2% в год от его запасов. При внесении навоза в среднем по 4,1 т/га в год содержание гумуса даже немного увеличилось.

Таблица 3. Содержание и запасы гумуса на черноземах Черноземной зоны [13]

Объекты исследований	Глубина, см	Гумус		
		%	запасы, кг/м <sup>2</sup>	нарастающим * итогом, кг/м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5
Стрелецкая степь (Курская область), типичный мощный чернозем				
Целина не косимая	0-10	9.09	7.54	7.54
	10-20	7.05	6.84	14.38
	20-30	6.12	5.94	20.32
	30-40	5.22	5.48	25.80
	40-50	4.84	5.09	30.89
Пашня, 67 лет без удобрений	0-10	5.64	5.13	5.13
	10-20	5.52	5.13	10.26
	20-30	5.46	5.13	15.39
	30-40	4.78	4.78	20.17
	40-50	4.12	4.12	24.29
Огород удобренный. дер. Селиховы дворы	0-10	6.84	6.64	6.64
	10-20	6.91	7.19	13.83
	20-30	6.09	6.64	20.47
	30-40	5.83	6.41	26.88
	40-50	5.24	6.03	32.91
Казацкая степь (Курганская область), обыкновенный чернозем				
Целина косимая	0-10	10.64	8.94	8.94
	10-20	8.91	8.20	7.14
	20-30	7.95	8.11	25.25
	30-40	6.74	7.08	32.33
	40-50	6.19	6.62	38.95
Пашня, 35 лет (периодическое внесение органических и минеральных удобрений)	0-10	8.10	7.86	7.86
	10-20	8.19	8.35	16.21
	20-30	7.72	8.34	24.55
	30-40	6.88	7.57	32.12
	40-50	5.65	6.33	38.45
Пашня, 45 лет (периодическое внесение органических и минеральных удобрений)	0-10	8.10	7.78	7.78
	10-20	7.98	7.98	15.76
	20-30	7.76	8.30	24.06
	30-40	6.79	7.47	31.53
	40-50	5.62	6.35	37.88

Грачевский опытный участок (Харьковская область) мощный средневщелаченный чернозем				
1	2	3	4	5
Залежь многолетняя	0-10	7.44	8.26	8.26
	10-20	6.44	7.15	15.41
	20-30	6.15	6.46	21.87
	30-40	5.61	6.06	27.93
	40-50	4.96	5.41	33.34
Контроль, 35 лет без удобрений	0-10	5.82	6.40	6.40
	10-20	5.79	6.31	12.71
	20-30	5.76	6.57	19.28
	30-40	5.12	5.68	24.96
	40-50	5.07	5.63	30.59
Навоз 33 т/га за ротацию 8-польного севооборота	0-10	6.26	7.01	7.01
	10-20	6.26	6.95	13.96
	20-30	6.26	7.51	21.47
	30-40	5.89	6.66	28.13
	40-50	5.40	5.89	34.02
Эрастовская опытная станция ВНИИ кукурузы (Днепропетровская область) обыкновенный чернозем				
Залежь многолетняя	0-10	5.47	6.40	6.40
	10-20	4.91	6.24	12.64
	20-30	4.53	5.30	17.94
	30-40	3.53	4.10	22.04
	40-50	3.00	3.51	25.55
Контроль 18 лет без удобрений	0-10	3.98	5.21	5.21
	10-20	3.93	4.68	9.89
	20-30	3.93	5.07	14.96
	30-40	3.19	4.08	19.04
	40-50	2.57	3.21	22.25
Навоз 40 т/га за ротацию 9-польного севооборота	0-10	4.19	5.49	5.49
	10-20	4.22	5.15	10.64
	20-30	4.17	5.48	16.02
	30-40	3.40	4.35	20.37
	40-50	2.95	3.69	24.06

\* Вычислено Ю.М. Нестеренко.

Приведенные в таблице 3 данные В.В. Лаврентьева и других исследователей [14-16] в черноземной зоне показывают, что интенсивность минерализации гумуса при распашке целинных и залежных земель неодинакова у разных подтипов черноземов, и по мере увеличения засушливости климата она уменьшается. По мнению М.М. Кононовой [17] наиболее вероятной причиной указанных различий является замедление гумификации органических веществ в засушливых областях, вызванное дефицитом увлажнения в период

высоких летних температур.

На Южном Урале природные условия для растительности и для формирования почв менее благоприятны, чем в приведенных в таблице 3 областях черноземной зоны. В степной зоне Южного Урала в резко континентальном климате выпадает менее 400 мм/год атмосферных осадков и коэффициент увлажнения 0,3-0,6. По данным землеустройства, выполненного Оренбургским предприятием института ВолгоНИИгипрозем, в степном Зауралье за период с 1960 по 1990 год при внесении в среднем в год всего по 0,3 т/га навоза и 10 кг/га минеральных удобрений содержание гумуса в пахотных землях уменьшалось в среднем на 1,5% в год от его запасов и составляет в настоящее время в пахотном горизонте 3-3,5%. Темпы снижения плодородия здесь в 2-5 раз выше, чем в Курской, Днепропетровской и Харьковской областях.

В степной зоне Южного Предуралья также идет процесс снижения плодородия пахотных земель. Анализ результатов землеустройства ряда хозяйств показал, что за период с 1965 по 1985 год содержание гумуса в пахотном слое основных типов почв снизилось на 0,3-1,5% и к 1985 году составило 3,5-5,5% и в среднем за год уменьшалось на 0,5-1,2% от его запасов в почве.

По данным научно-производственного объединения «Южный Урал», приведенным в таблице 4, во всех типах почв идет интенсивное снижение плодородия.

Таблица 4. Содержание гумуса в основных почвах Оренбургской области по двум турам обследования (НПО «Южный Урал», 1992)

Почвы	Годы обследования	Содержание гумуса, %		% отклонения в содержании гумуса
		первичное обследование	повторное обследование	
Чернозем типичный тучный	1940-1973	10,3-12,5	8,7-9,5	от -1,6 до -3,0
Чернозем обыкновенный	1940-1980	6,0-7,4	4,5-5,7	от -1,7 до -2,1
Чернозем южный	1959-1970	4,0-7,1	3,2-5,6	от -0,8 до -1,5
Темно-каштановые	1958-1970	4,0	3,2	-1,0

Анализ таблицы показывает, что скорость снижения плодородия типичных тучных черноземов на севере Оренбургской области на границе с лесостепной зоной составляет 0,6% в год от его количества в учетном 1940 году.

Интенсивность снижения плодородия обыкновенных черноземов, расположенных в более засушливых условиях, достигает до 0,7% в год. Еще более интенсивное относительное снижение плодородия у южных черноземов и темно-каштановых почв, соответственно 1,7 и 2% в год от запасов гумуса в них.

Интенсивное снижение плодородия распаханых целинных земель на Южном Урале отмечали также А.И. Климентьев и В.Е. Тихонов [18]. В истории целинных почв Южного Урала они выделяют четыре периода: первый - целинное состояние, второй – 1940-1950 гг.; третий и четвертый – после их распашки. По материалам крупномасштабных почвенных обследований двух туров с интервалом примерно 20 лет (они частично представлены в таблице 4) в черноземах типичных по их данным к 1990 году потеряно 3,25, а в обыкновенных южных черноземах и темно-каштановых почвах – соответственно 1,15; 1,35 и 0,99 абсолютных процентов гумуса.

На негативную тенденцию изменения гумусообразования при освоении почв целинных экосистем указывали Е.В. Блохин и А.М. Русанов [19]. По их данным биоэнергетический потенциал (БЭП) в слое 0-25 см целинных темно-каштановых почв в 1956 году составлял 564-728 млн. ккал/га. При введении их в агроценоз опытно-производственного севооборота он снизился до 589 млн. ккал/га и к 1989 г. БЭП стабилизировался на уровне 520 млн. ккал/га.

При этом содержание лабильных (водо-щелочерастворимых) форм гумуса (ЛФГ) увеличилось с 0,37 т/га на целине до 2,30 при обработке пашни плоскорезами и внесении в пахотный слой 25-100 т/га навоза запасы ЛФГ составили соответственно 0,22, 1,67 и 13,7% от общего гумуса. Запасы гумуса на целине составляли 168 т/га, на пашне через 16 лет без удобрений – 138 т/га и при внесении навоза – 162 т/га. Увеличение ЛФГ в почве обуславливает ускорение вымывания органических и минеральных веществ в подстилающие их грунты и подземные воды. Об этом свидетельствуют данные наших исследований на стоковых площадках под г. Оренбургом. Содержание органического углерода на глубине 1 метра – составляет 1,0-1,3%, на 2 метрах – 0,5-1,0% и на 3 метрах – 0,4%.

Сравнение процессов образования гумуса на целинных и распаханых землях степного Южного Урала показывает, что на пашне складываются условия образования гумуса, более характерные для целинных почв, находящихся южнее в географическом ряду зональности [20]. Наблюдается схожесть свойств гумуса распаханного чернозема южного с гумусом целинных

темно-каштановых почв.

Причиной интенсивного снижения плодородия распаханых целинных земель, по мнению Г.И. Белькова [21], является шаблонное перенесение системы земледелия из других зон области и вовлечение в оборот не пригодных к пахоте земель.

Приведенные сведения показывают, что распашка целины и применяемые на ней в настоящее время системы земледелия в условиях вододефицитного Южного Урала ведут к интенсивной деградации его почв. При этом скорость утраты гумуса в почвах возрастает по мере увеличения дефицита влаги. Это противоречит высказываниям М.М. Кононовой и Н.П. Бельчиковой [14], П.Г. Адерикина [16] и др. о том, что с переходом от выщелоченных, типичных черноземов к черноземным почвам засушливых областей Европейской части России наблюдается явное замедление разложения перегноя. Наиболее вероятной причиной этого замедления, по их мнению, является снижение гумификации органических веществ в засушливых областях по причине дефицита увлажнения в период высоких летних температур, которые препятствуют биологической деятельности. Однако в сухих и острозасушливых степях Южного Урала уменьшается лишь абсолютная величина распада гумуса в связи с малым его содержанием в черноземе южном и темно-каштановых почвах (табл. 4). Интенсивность же распада относительно общего его количества в этих почвах увеличивается соответственно до 1,7 и 2% в год при скорости распада 0,6% от его содержания в типичных черноземах на границе с лесостепью.

Снижение содержания гумуса почв в условиях высоких летних температур и острого недостатка влаги ведет к изреженности посевов на богарных землях. Поверхность земли нагревается до 50-60°C, и в результате значительная часть мертвого опада растений выгорает под солнечными лучами на ее поверхности без перехода в гумус. Под действием высоких температур ускоренно разлагается и гумус верхних слоев почвы, о чем свидетельствует часто наблюдаемое в малогумусных почвах повышенное его содержание в горизонте В и ВС по сравнению с горизонтом А (совхоз «Домбаровский» и другие хозяйства Оренбургской области).

По-видимому, в условиях большого дефицита влаги на Южном Урале, следует осторожно относиться к предложениям академика И.В. Тюрина [4], касающимся интенсификации использования запасов питательных веществ

(особенно азота), содержащихся в черноземных почвах в большом количестве. Он считал, что вынос с годовым урожаем  $1/500$  части запасов гумуса не окажет заметного отрицательного влияния на плодородие почв в течение довольно продолжительного периода их использования. В условиях сухих степей Южного Урала интенсификация использования гумуса пашни на мало- и среднемощных почвах привело к интенсивной их деградации уже за 40 лет эксплуатации.

Система агрономии в сухих степях должна строиться на компенсационной основе без истощения вековых запасов гумуса, обеспечивающего развитие почвенной структуры и обуславливающего высокую эффективность использования зимних осадков и скудных, преимущественно ливневых, летних осадков за счет улучшения водно-физических свойств почв (увеличение скорости впитывания, влагоемкости и др.). При общем недостатке органических удобрений и больших затратах по их транспортировке на поля следует интенсифицировать исследования по оптимизации условий образования гумуса в самих почвах, в том числе путем регулирования их влажностного и температурного режимов не только в период вегетации возделываемых культур, но и в течение всего года.

Другим важнейшим условием для формирования почв вододефицитных территорий является обеспеченность влагой растительности. В сухой степи влага является фактором, определяющим уровень урожайности сельскохозяйственных культур и создания биомассы естественной растительностью. Коэффициент корреляции между ними составляет 0,80. Имеющиеся некоторые отклонения от этой зависимости обусловлены преимущественно сроками выпадения атмосферных осадков, поверхностным стоком, особенностями вегетации растений и другими факторами [22].

Дефицит водных ресурсов в богарном земледелии Южного Урала обуславливает необходимость повышения эффективности использования всех выпадающих атмосферных осадков, включая зимние. В центральной зоне Оренбуржья за период 1975-1985 гг. суммарный расход влаги атмосферных осадков, с учетом поверхностного и подземного стока, на полях зерновых культур в среднем по хозяйствам зоны составил  $290 \text{ м}^3$  на центнер зерна. За этот же период в опытных хозяйствах НИИСХ и ВНИИМС, при тех же атмосферных осадках, за счет более высокой культуры земледелия, больших и сбалансированных доз внесения удобрений при средней урожайности зерно-

вых культур 16.7 ц/га коэффициент водопотребления уменьшился в среднем до 200 м<sup>3</sup>/ц. Среди них лучшие результаты имеет ОПХ «Урожайное» НИИСХ. В этом хозяйстве при средней урожайности зерновых культур 20 ц/га, коэффициент водопотребления составляет 176 м<sup>3</sup> на центнер зерна [23].

Приведенные данные показывают, что без значительного ущерба для поверхностных и подземных вод можно увеличить производство зерна и других полевых культур на Южном Урале за счет повышения эффективности использования атмосферных осадков. Предлагаемые нами подзимние посевы зерновых и других культур обеспечивают повышение их урожайности в 1,5-2 раза в сравнении с весенними их посевами [24, 25].

### **Пахотные земли Северной Америки**

В степном поясе Западного полушария основные площади пахотных земель расположены в США и Канаде. В США они занимают 38% территории страны на площади более 150 млн. га. За период с 2007 по 2017 год количество распаханых земель в стране сократилось на 10 млн. га.

В Америке выделяют 4 основных аграрных пояса: кукурузный, пшеничный, хлопковый и молочный [26-28]. В Канаде в сельскохозяйственном землепользовании 68 млн. га (7% ее территории), распаханно 41 млн. га (5% общей земельной площади). Сельское хозяйство Канады отличается высокой степенью товарности и механизации труда. В составе реализуемой сельскохозяйственной продукции зерно и семена масличных культур составляют 30%. В структуре посевных площадей преобладают зерновые культуры (пшеница, овес, ячмень, кукуруза). Кроме того, выращивают лен, рапс, картофель, табак. Развито овощеводство [28].

*Пахотные земли Соединённых штатов Америки.* Разнообразие природных условий в США, высокая товарность, развитие транспорта исторически создали предпосылки для специализации целых районов, которые называют «поясами» (табл. 5).

**Кукурузный пояс** расположен на Среднем Западе Соединенных Штатов, где традиционно, ещё с середины XIX века, ведущей сельскохозяйственной культурой была кукуруза. Он расположен в зоне степей, преимущественно на юге Центральных равнин. Кроме кукурузы, здесь выращивается еще и соя, поэтому этот пояс правильнее было бы назвать «кукурузно-соевый». В область кукурузного пояса входят территории таких штатов, как Канзас и Небраска, часть штата Висконсин и части штатов Индиана и Огайо.

Таблица 5. Сельское хозяйство США [28]

Группа отраслей сельского хозяйства	Отрасль сельского хозяйства	Районы распространения	Наличие благоприятных условий для сельского хозяйства
Растениеводство	Кукурузный пояс	Юг центральных равнин	Черноземные почвы, тепло, достаточное увлажнение
	Пшеничный пояс	Великие равнины	Плодородные земли, сухой климат
	Хлопковый пояс	Юго-восточные и южные горные штаты, побережье Мексиканского залива	Длинный вегетационный период, достаточное увлажнение или орошаемые земли
	Рис и сахарный тростник. Садоводство, овощеводство	Калифорния, Флорида, Гавайи	Длинный вегетационный период, достаточное увлажнение, высокие температуры
Животноводство	Молочное животноводство	Приозерье, северо-восток	Наличие малоплодородных почв, достаточного и избыточного увлажнения
	Мясное животноводство	Горный штаты, Великие равнины, Тихоокеанские штаты	Горные территории, земли, свободные от пашни

Для региона характерны ровные земли, глубокие плодородные почвы и высокая концентрация в ней органических веществ [27]. По состоянию на 2008 год четырем крупнейшими штатами по производству кукурузы были Айова, Иллинойс, Небраска и Миннесота, на долю которых приходилось более половины урожая кукурузы в Соединенных Штатах.

Наибольшие площади (50,5 млн. га) в США кукуруза занимала в 1920 г., урожайность тогда составляла 17,7 ц/га, а валовой сбор зерна – около 65 млн. т. С 1920 г. посевные площади под кукурузой ежегодно сокращались, а средняя урожайность резко возросла с 19,7 ц/га в 1940 г. до 49,8 ц/га в 1967 г. [27]. В 2022 году кукуруза сеялась на 35 млн. га, а ее урожайность была на уровне 105 ц/га, общий объем производства составил 350 млн. тонн.

Распространению этой культуры в кукурузном поясе способствовали подходящие географические условия. Его почвы твердые, плодородные, богатые органическим веществом и азотом. Теплые ночи, жаркие дни и хоро-

шее распределение осадков в течение вегетационного периода создает идеальные условия для культивирования кукурузы. В кукурузном поясе выпадает 700-1000 мм атмосферных осадков, две третьих которых выпадает с апреля по сентябрь.

**Пшеничный пояс** территориально совпадает с Великими равнинами США. Этот пояс дает 20-25 млн. тонн пшеницы в год. Яровую пшеницу выращивают в Северной и Южной Дакоте, Монтане, озимые – в штатах Техас, Небраска и Канзас. Пшеница производится на внушительных зерновых фабриках. Их площади зачастую достигают нескольких 10000 га. Площадь посевов пшеницы в США составляет 25-30 млн. га [28].

В США озимая пшеница занимает 2/3 площади посевов этой культуры. Наиболее распространенными продуктивными сортами озимой пшеницы являются: Тодд, Вар-риор, Канред, Ковейл и др. Урожайность пшеницы в США в 2010-2020 годах в среднем 73 ц/га [29].

**Хлопковый пояс** сначала был в штатах юго-востока США, где выращивали хлопок без орошения. Затем этот пояс сместился к западу в штаты Алабама, Миссисипи, Техас, превратившись в одну из крупнейших областей хлопководства в мире [30].

**Рис и сахарный тростник** – главная культура для пояса, протянувшегося вдоль побережья Мексиканского залива. Более половины сбора всего картофеля дают штаты Айдахо и Вашингтон.

**Пахотные земли Канады.** По экспорту продовольствия Канада занимает 2 место в мире, так как имеет развитое сельское хозяйство, которое отличается высоким уровнем механизации, специализации и товарности производства.

В Канаде 80% площади сельскохозяйственных земель находится в крупных капиталистических хозяйствах, размеры которых составляют более 50 га. Сельское хозяйство Канады не только обеспечивает потребности населения в продуктах питания, но и играет важную роль во внешней торговле страны. Наиболее важными сельскохозяйственными районами являются Центральная Канада, где занимаются овощеводством, садоводством, молочным животноводством и птицеводством. Особое место занимает экспорт пшеницы, по вывозу которой Канада занимает второе место в мире после США. Пшеницу выращивают в провинциях Манитоба и Альберт.

Канадское сельское хозяйство – одно из самых продуктивных в мире,

с быстрым ростом производительности труда. В нем занято около 5% самодеятельного населения, 30% ферм производят 75% валовой товарной продукции. Благоприятные климатические условия и огромные пространства плодородных земель способствуют развитию разнообразных отраслей сельского хозяйства. Фермами занято около 8% территории страны, большая часть из которых занята пашнями и пастбищами.

### **Заключение**

Пахотные земли степной зоны созданы человеком из естественных степей, имевших опадно-дерновое покрытие, которое создает в почве особые, не имеющие аналогов условия для природных систем.

От естественных почв пахотные земли унаследовали свои генетические названия (черноземы, каштановые). Однако, пахотные земли имеют ряд существенных отличий от целинных земель. Распашка целинных земель привела к уничтожению приспособившихся в процессе эволюции к дефициту влаги биогеоценозов, создававших и опадно-дернового покрова, который являлся исходным материалом черноземов и его защитой.

Коренным образом изменились условия почвообразовательного процесса, водный и тепловой режимы почв и их водно-физические свойства, гумусовый горизонт. Интенсивность минерализации гумуса при распашке целинных и залежных земель неодинакова у разных подтипов черноземов. Но при внесении удобрений содержание гумуса в почве не уменьшается и даже может увеличиться.

В степи влага является фактором, определяющим в формировании почв, в сухой степи влага является фактором, определяющим уровень урожайности сельскохозяйственных культур и создания биомассы естественной растительностью.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Докучаев В.В. Избранные сочинения. М.: Сельхозиздат, 1954. 708 с.
2. Костычев П.А. Почвоведение. М., 1939. 90 с.
3. Вильямс В.Р. Почвоведение. М., 1940. 460 с.
4. Тюрин И.В. Почвообразовательный процесс, плодородие, почвы и проблема азота в почвоведении и земледелии. Почвоведение. 1956. №3: 15.
5. Гедройц К.К. Избранные труды. М.: Недра, 1975. 640 с.
6. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 126 с.
7. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. М., 1986. 242 с.
8. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М., 1990. 196 с.
9. Климентьев А.И. Почвенно-экологические основы степного землепользования. Екате-

- ринбург, Изд.-во УрО РАН, 1977. 248 с.
10. Климентьев А.И., Е.В.Блохин. Почвенные эталоны Оренбургской области. Материалы для Красной книги почв Оренбургской области. Екатеринбург, Изд.-во УрО РАН, 1996. 90 с.
  11. Tate III Robert L. *Sole Organic Matter Biological and Ecological Esluts*, New York, 1991. 400 p.
  12. Титов Н.А. Природа гумуса и формы его связи с минеральной частью целинных и освоенных почвах Европейской части СССР. Органическое вещество целинных и освоенных почв. Под ред. М.М.Кононовой. М.: Изд-во Наука, 1972. С. 70-109.
  13. Лаврентьев В.В. Мобилизация азота гумуса в черноземных почвах Европейской части СССР. Органическое вещество целинных и освоенных почв под ред. М.М. Кононовой. М.: Изд-во Наука, 1972. С.142-182.
  14. Кононова М.М., Бельчикова Н.П. Закономерности содержания гуминовых кислот в почвах Союза ССР. Т. 38, 1951. С.114-126.
  15. Бельчикова Н.П. Некоторые закономерности содержания состава гумуса и свойств гуминовых кислот в главнейших группах почв Союза ССР // Труды Почвенного института им. В.В.Докучаева АН СССР. Т.38, 1951. С. 46-54.
  16. Адерихин П.Г. Изменение плодородия черноземов Центрально-Черноземной полосы при окультуривании. Плодородие и мелиорация почв СССР. Доклады к VIII Международному конгрессу почвоведов. М.: Наука, 1964.
  17. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 126 с.
  18. Климентьев А.И., Тихонов В.Е. Трансформация и регулирование органического вещества в степных агроценозах. Тезисы докладов научно-практической конференции, посвященной 40-летию целины. Оренбург, 1994. С. 68-70.
  19. Блохин Е.В., Русанов А.М. Тенденция изменения гумусообразования при освоении почв целинных экосистем. Тезисы докладов научно-практической конференции, посвященной 40-летию целины. Оренбург, 1994. С. 70-71.
  20. Русанов А.М. Динамика гумуса почв Оренбургского Зауралья под влиянием длительного использования. Тезисы докладов научно-практической конференции, посвященной 40-летию целины. Оренбург, 1994. С. 65-66.
  21. Бельков Г.И. Повышение эффективности использования биоклиматических ресурсов освоенных земель. Тезисы докладов научно-практической конференции, посвященной 40-летию целины. Оренбург: 1994. 67-68 с.
  22. Нестеренко Ю.М. Водная компонента аридных зон: экологическое и хозяйственное значение. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 287 с.
  23. Нестеренко Ю.М. О влиянии сельскохозяйственного землепользования в степной зоне Урала на элементы водного баланса. Водосберегающие и водоохраные технологии в практике исследования и эксплуатации объектов агропромышленного комплекса. Свердловск, 1986. С. 76-86.
  24. Fedyunin S.A., Nesterenko M.Yu., Nesterenko Yu.M., Khalin A.V., Solomatin N.V. Effectiveness of moisture-saving systems for treatment black fallow in steppe zone of South Urals. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1010 (2022) 012127 doi:10.1088/1755-1315/1010/1/012127.
  25. Fedyunin S.A., Khalin A.V., Nesterenko M.Yu., Solomatin N.V., Tikhova M.Yu. Peculiarities of nature-like technology of spring wheat cultivation in steppe zone of Southern Urals. AIP Conference Proceedings, Volume 2767 International Scientific and Practical Conference "Technology in Agriculture, Energy and Ecology" (TAEЕ2022) Dushanbe, Republic of Tajikistan, 24 may 2022. ISBN: 978-0-7354-4262-7. DOI: org/10.1063/5.0127696.
  24. Джеймс Х. Марш (1999). Канадская энциклопедия. С. 2446. ISBN 978-0-7710-2099-5.
  25. Smith, C. Wayne., Javier Betrán, and E. C. A. Runge. *Corn: Origin, History, Technology, and Production*. Hoboken, NY: John Wiley, 2004. P. 4.

26. <https://karatu.ru/selskoe-hozyajstvo-soedinennykh-shtatov-ameriki> Сельское хозяйство Соединенных Штатов Америки.
27. <https://rossaprimavera.ru/feed/selskoe-hozyajstvo-ssha>. Экономическая война. Сельское хозяйство США.
28. <https://obrazovaka.ru/geografiya/zemledelie-severnoy-ameriki.html>.

Поступила 6 мая 2023 г.

(Контактная информация: **Нестеренко Юрий Михайлович** – доктор географических наук, доцент, главный научный сотрудник отдела геоэкологии Оренбургского Федерального научного центра УрО РАН; адрес: Россия, г. Оренбург, ул. Набережная, 29, тел. 77-06-60, e-mail: [geoecol-onc@mail.ru](mailto:geoecol-onc@mail.ru);

**Халин Александр Васильевич** - кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН;

**Соломатин Николай Владиславович** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН;

**Федюнин Станислав Анатольевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН;

**Гринцов Денис Анатольевич** – аспирант отдела геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН).

---

---

## REFERENCES

1. Dokuchaev V.V. Selected works. M.: Agricultural Publishing house, 1954. 708 p.
2. Kostychev P.A. Soil science. M., 1939. 90 p.
3. Williams V.R. Soil Science. M., 1940. 460 p.
4. Tyurin I.V. Soil-forming process, fertility, soils and the problem of nitrogen in soil science and agriculture // Soil science, 1956. No. 3. p.15.
5. Gedroits K.K. Selected works. M.: Nedra, 1975. 640 p.
6. Kononova M.M. Organic matter of the soil. Its nature, properties and methods of study. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1963. 126 p.
7. Grishina L.A. Humus formation and humus state of soils. M., 1986. 242 p.
8. Orlov D.S. Humic acids of soils and the general theory of humification. M., 1990. 196 p.
9. Klimentyev A.I. Soil-ecological foundations of steppe land use. Yekaterinburg, Publishing House of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 1977. 248 p.
10. Klimentyev A.I., E.V.Blokhin. Soil standards of the Orenburg region. Materials for the Red Book of Soils of the Orenburg region. Yekaterinburg, Publishing House of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 1996. 90 p.
11. Tate III Robert L. Soil Organic Matter Biological and Ecological Esluts, New York, 1991. 400 p.
12. Titov N.A. The nature of humus and the forms of its connection with the mineral part of virgin and developed soils of the European part of the USSR // Organic matter of virgin and developed soils. Edited by M.M.Kononova. M.: Nauka Publishing House, 1972. PP. 70-109.
13. Lavrentiev V.V. Mobilization of humus nitrogen in chernozem soils of the European part of the USSR // Organic matter of virgin and developed soils edited by M.M. Kononova. M.: Nauka Publishing House, 1972. P.142-182.
14. Kononova M.M., Belchikova N.P. Regularities of humic acid content in soils of the USSR. Vol.38, 1951. PP.114-126.
15. Belchikova N.P. Some regularities of the content of humus composition and properties of humic acids in the main groups of soils of the USSR // Proceedings of the V.V.Dokuchaev

- Soil Institute of the USSR Academy of Sciences. Vol.38, 1951. PP. 46-54.
16. Aderichin P.G. Changes in the fertility of chernozems of the Central Chernozem strip during cultivation // Fertility and soil reclamation of the USSR. Reports to the VIII International Congress of Soil Scientists. Moscow: Nauka, 1964.
  17. Kononova M.M. Soil organic matter. Its nature, properties and methods of study. M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1963. 126 p.
  18. Klimentyev A.I., Tikhonov V.E. Transformation and regulation of organic matter in steppe agrocenoses. Abstracts of reports of the scientific and practical conference dedicated to the 40th anniversary of virgin lands. Orenburg, 1994. 68-70 p.
  19. Blokhin E.V., Rusanov A.M. The trend of changes in humus formation during the development of soils of virgin ecosystems. Abstracts of reports of the scientific and practical conference dedicated to the 40th anniversary of virgin lands. Orenburg, 1994. 70-71 p.
  20. Rusanov A.M. Dynamics of humus of soils of the Orenburg Trans-Urals under the influence of long-term use. Abstracts of reports of the scientific and practical conference dedicated to the 40th anniversary of the virgin land. Orenburg, 1994. 65-66 p.
  21. Belkov G.I. Improving the efficiency of the use of bioclimatic resources of developed lands. Abstracts of reports of the scientific and practical conference dedicated to the 40th anniversary of virgin lands. Orenburg: 1994. 65-66 p.
  22. Nesterenko Yu.M. Water component of arid zones: ecological and economic significance. Yekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2006. 287 p.
  23. Nesterenko Yu.M. On the influence of agricultural land use in the steppe zone of the Urals on the elements of the water balance // Water-saving and water protection technologies in the practice of research and operation of objects of the agro-industrial complex. Sverdlovsk, 1986. PP.76-86.
  24. Fedyunin S.A., Nesterenko M.Yu., Nesterenko Yu.M., Khalin A.V., Solomatin N.V. Effectiveness of moisture-saving systems for treatment black fallow in steppe zone of South Urals. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1010 (2022) 012127 doi:10.1088/1755-1315/1010/1/012127.
  25. Fedyunin S.A., Khalin A.V., Nesterenko M.Yu., Solomatin N.V., Tikhova M.Yu. Peculiarities of nature-like technology of spring wheat cultivation in steppe zone of Southern Urals. AIP Conference Proceedings, Volume 2767 International Scientific and Practical Conference "Technology in Agriculture, Energy and Ecology" (TAEE2022) Dushanbe, Republic of Tajikistan, 24 may 2022. ISBN: 978-0-7354-4262-7. DOI: org/10.1063/5.0127696.
  26. James H. Marsh (1999). Canadian Encyclopedia. P. 2446. ISBN 978-0-7710-2099-5.
  27. Smith, C. Wayne., Javier Betrán, and E. C. A. Runge. Corn: Origin, History, Technology, and Production. Hoboken, NJ: John Wiley, 2004. P. 4.
  28. <https://karatu.ru/selskoe-xozyajstvo-soedinennyx-shtatov-ameriki> Agriculture of the United States of America.
  29. <https://rossaprimavera.ru/feed/selskoe-hozyaystvo-ssha> Economic war. Agriculture of the USA.
  30. <https://obrazovaka.ru/geografiya/zemledelie-severnoy-ameriki.html>.

**Образец ссылки на статью:**

Нестеренко Ю.М., Халин А.В., Соломатин Н.В., Федюнин С.А., Гринцов Д.А. Пахотные земли степей Северного полушария планеты, распространение и продуктивность. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН 2024. 2: 17с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2024-2/Articles/YMN-2024-2.pdf>)

**DOI: 10.24411/2304-9081-2024-12001.**