

Научная статья

УДК 631.5:633.34:631.582(470.62/.67)

doi: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-14-18

Внедрение различных систем обработки почвы по комплексному показателю в зоне Центрального Предкавказья

Юрий Алексеевич Кузыченко

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр

Аннотация. В статье представлен расчётный метод оценки зон внедрения различных систем основной обработки почвы на основании расчётов комплексного показателя, учитывающего почвенно-климатические и агрофизические условия в различных районах Ставропольского края. Основой расчётов интегрального показателя D_p являются критериальные показатели по районам обследования в крае: содержание гумуса в пахотном слое преобладающего типа почв; равновесная плотность почвы в корнеобитаемом слое; подверженность почвенного покрова водной эрозии и дефляции; средний гидротермический коэффициент (ГТК) последнего пятилетнего периода, учитывающий климатическую ситуацию в период весенне-летней вегетации культур. На основании проведённых расчётов определены диапазоны обобщённого тестового D_T и рассчитанного D_p показателей для каждой зоны обследования. Сравнение этих значений определило, что в западной и юго-западной частях края с $D_p > 0,891$ наиболее приемлема глубокая отвальная или чизельная

система обработки почвы на глубину 27–30 см, учитывая преимущественное возделывание пропашных культур в данных зонах края. В центральной части края с преимущественным возделыванием зерновых колосовых культур по занятым парам и непаровым предшественникам с D_p в диапазоне 0,891–0,766, рекомендуется комбинированная система обработки почвы с чередованием обычных отвальных или безотвальных способов основной обработки почвы на глубину 20–22 см с мелкими обработками на глубину 10–12 см под отдельные культуры севооборотов. В восточной зоне края, характеризующейся низким содержанием гумуса и сложной дефляционной ситуацией, при $D_p < 0,766$ предлагается внедрение системы минимализации обработки почвы с оставлением поверхностной почвенно-соломистой мульчи.

Ключевые слова: обработка почвы, комплексный показатель, почвенно-климатические условия, зона внедрения, Центральное Предкавказье.

Для цитирования: Кузыченко Ю.А. Внедрение различных систем обработки почвы по комплексному показателю в зоне Центрального Предкавказья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (88). С. 14–18. doi: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-14-18.

Original article

Implementation of various soil cultivation systems for a complex indicator in the Central Ciscaucasia zone

Yuri A. Kuzychenko

North-Caucasus Federal Agricultural Research Centre

Abstract. The article presents a calculation method for assessing the zones of implementation of various systems of basic tillage on the basis of calculations of a complex indicator that takes into account soil-climatic and agrophysical conditions in various regions of the Stavropol Territory. The basis for calculating the integral indicator D_p is the criterion indicators for the survey areas in the region: humus content in the arable layer of the prevailing soil type, %; equilibrium soil density in the root layer, g/cm³; susceptibility of soil cover to water erosion and deflation, %; the average hydrothermal coefficient (HTC) of the last five-year period, taking into account the climatic situation during the spring-summer growing season of crops. On the basis of the calculations, the ranges of the generalized test D_t and the calculated D_p indicators were determined for each survey area. Comparison of these values determined that in the western and southwestern parts of the region with $D_p > 0.891$, a deep moldboard or chisel tillage system to a depth of 27–30 cm is most acceptable, given the predominant cultivation of row crops in these regions of the region. In the central part of the region, with the predominant cultivation of cereal crops in occupied fallows and non-fallow predecessors with D_p in the range of 0.891–0.766, it is recommended to combine soil cultivation systems with alternation of conventional moldboard or non-moldboard methods of basic tillage to a depth of 20–22 cm with small a depth of 10–12 cm for individual crops of crop rotation. In the eastern zone of the region, characterized by a low humus content and a complex deflationary situation, at $D_p < 0.766$, it is proposed to introduce a system of minimizing soil cultivation, leaving surface soil-straw mulch.

Keywords: tillage, complex indicator, soil and climatic conditions, zones of introduction, Central Ciscaucasia.

For citation: Kuzychenko Yu. A. Implementation of various soil cultivation systems for a complex indicator in the Central Ciscaucasia zone. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021; 88(2): 14–18. (In Russ.). doi: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-14-18.

Научная концепция обеспечения продуктивно-го долголетия земельных ресурсов разных стран, в том числе и в России, основана на внедрении ресурсо- и энергосберегающих технологий в целях повышения уровня сельскохозяйственного производства на определённой аграрной территории [1–10]. Актуальность повышения плодородия почвы и снижения энергозатрат на производство продукции растениеводства вызвала необходимость принятия новых технологических решений по обработке почвы в отдельных районах Ставропольского края [11]. Известен ряд научных исследований, касающихся оценки деградационных процессов почвенного покрова на основании обобщённого показателя и оценки степени выпашанности почвы [12–15].

Цель исследования – разработка показателя, обобщённо оценивающего освоение различных систем обработки почвы в зонах обследования края, с учётом особенностей климатических и агрофизических условий в корнеобитаемом слое почвы.

Материал и методы. Для расчёта интегрального показателя принимаются следующие критерии по районам обследования: гумусированность в слое почвы 0–20 см, % (y_1); равновесная плотность преобладающего типа почвы, г/см³ (y_2); эродированность почвы, % (y_3); гидротермический коэффициент (ГТК) – y_4 . Расчёты проведены с учётом разработки Кубанского НИИСХ [16], основанной на выборе критериев оценки, их весомости и желательности.

Расчёты обобщённых значений D_t и D_p проводили по формуле:

$$D = \sqrt[n]{d_1^{k_1} \cdot d_2^{k_2} \cdot d_3^{k_3} \cdot d_4^{k_4}}, \quad (1)$$

где $k_1...k_4$ – весомость критериев;

$d_1...d_4$ – желательность отдельных показателей;

$n = 4$ – число показателей.

Определение k_i проводилось на основании оценки экспертов по обработке почвы с проверкой достоверности их выводов при помощи критерия χ^2 . Значения желательности определённого пара-

метра d_i вычисляли по формуле аппроксимации вида $d_i = by_i + c$, устанавливающей связь между критериями $y_1; y_2; y_3$ и y_4 в натуральных размерностях и их желательности в диапазоне $d = 1,0; 0,8; 0,63; 0,37$ и $0,2$.

Результаты исследования. Расчёты, проведённые по результатам экспертной оценки, показали, что наиболее весомым является показатель содержание гумуса в почве y_1 ($k_1 = 0,514$), далее следует равновесная плотность почвы y_2 ($k_2 = 0,285$), эродлируемость (y_3) с весомостью $k_3 = 0,114$ и ГТК (y_4) с $k_4 = 0,086$ (табл. 1).

Расчёты показали результат $\chi^2 = 18,2$ при табличном значении $\chi^2 = 7,82$, т.е. установлена достоверная согласованность мнений экспертов. Диапазон натуральных показателей, соответствующий определённым уровням желательности (табл. 2), выбран с использованием метода группировки данных и другой информации [17].

Следуя концептуальным положениям по ориентации внедрения определённой системы обработки почвы, принятым в зоне Центрального Предкавказья [11], определяется возможность применения глубоких отвальных или чизельных обработок в наиболее благоприятных зонах при

возделывании пропашных культур с $D > 0,891$, обработка почвы с комбинацией приёмов под разные культуры в зонах с удовлетворительными условиями возделывания культур $D = 0,891 - 0,766$ и минимализации обработки почвы ($D < 0,766$) в районах с жёсткими почвенными и климатическими условиями.

В таблице 3 приведены линейные уравнения определения желательности d_i натуральных показателей y_i , полученные с использованием усреднённых данных $y_{1...4}$ для желательностей $d_{1...0,2}$, приведённых в таблице 2.

Расчёты обобщённого показателя D_p по комплексу показателей приведены в таблице 4.

Карта возможности внедрения определённой системы обработки в различных зонах края разработана на основе сравнения значений D_p и D_T (рис. 1).

Выводы. Учитывая технологические возможности и почвенно-климатические условия приоритетного выращивания пропашных культур в западной и юго-западной частях края, рекомендуются глубокие отвальные или чизельные обработки до 27–30 см. В средней части края, в большей степени ориентированной на выра-

1. Результаты расчётов весомости показателей k

Эксперты	Показатель			
	y_1	y_2	y_3	y_4
1	1/0,65*	2/0,15	3/0,10	4/0,10
2	2/0,40	1/0,45	3/0,10	4/0,05
3	1/0,50	2/0,35	4/0,05	3/0,10
4	1/0,60	2/0,3	3/0,05	4/0,05
5	1/0,55	2/0,25	3/0,10	4/0,10
6	1/0,50	2/0,20	3/0,20	4/0,10
7	1/0,40	2/0,30	3/0,20	4/0,10
Сумма рангов	8/0,514	13/0,285	21/0,114	27/0,086
Отклонение от средней суммы рангов	-9,25	-4,25	3,75	9,75
Квадраты отклонений	85,6	18,1	14,1	95,1

Примечание: * в числителе – ранг показателя t_j ; в знаменателе – весомость показателя k_j .

2. Диапазоны показателей для различных уровней желательности

Показатель	Обозначение	Желательность, d				
		1,0	0,80	0,63	0,37	0,2
Содержание гумуса, %	y_1	5,0–4,0	4,0–3,62	3,62–2,88	2,88–2,14	2,14–1,4
Плотность почвы, г/см ³	y_2	1,08–1,16	1,16–1,24	1,24–1,32	1,32–1,39	1,39–1,47
Эродлируемость, %	y_3	4,0–15,9	15,9–27,8	27,8–39,7	39,7–51,6	51,6–63,5
ГТК	y_4	0,9–0,81	0,81–0,73	0,73–0,64	0,64–0,56	0,56–0,47
D_T		1,0	0,9688	0,8910	0,7664	0,6689

3. Уравнения аппроксимации $d_i = f(y_i)$

Показатель y_i	Уравнение
y_1	$d_{i1} = 0,2743y_{i1} - 0,2916$
y_2	$d_{i2} = - 2665y_{i2} + 3,9925$
y_3	$d_{i3} = - 0,0171y_{i3} + 1,1757$
y_4	$d_{i4} = 2,196 y_{i4} - 0,9152$

4. Расчётный показатель D_p по районам обследования

Район обследований	y_1/d_1	y_2/d_2	y_3/d_3	y_4/d_4	D_p
1	1,6/0,15	1,47/0,07	43,7/0,43	0,47/0,12	0,606
2	1,4/0,09	1,32/0,47	30,0/0,66	0,47/0,12	0,656
3	1,9/0,23	1,21/0,77	14,6/0,93	0,47/0,12	0,744
4	1,7/0,17	1,45/0,13	44,1/0,42	0,5/0,18	0,645
5	1,7/0,17	1,30/0,53	4,0/1,10	0,55/0,29	0,741
6	2,0/0,26	1,30/0,53	38,2/0,52	0,5/0,18	0,759
7	2,3/0,34	1,32/0,47	17,1/0,88	0,5/0,18	0,749
8	1,8/0,2	1,30/0,53	13,0/0,95	0,55/0,29	0,755
9	2,1/0,28	1,25/0,66	18,3/0,86	0,6/0,4	0,803
10	2,6/0,42	1,26/0,63	5,7/1,09	0,5/0,18	0,836
11	2,5/0,39	1,24/0,69	37,5/0,53	0,67/0,56	0,837
12	2,1/0,28	1,18/0,85	25,6/0,74	0,54/0,27	0,808
13	2,9/0,5	1,26/0,63	42,6/0,45	0,63/0,47	0,846
14	3,2/0,59	1,29/0,55	25,5/0,74	0,8/0,84	0,883
15	3,0/0,53	1,33/0,45	47,3/0,37	0,7/0,62	0,837
16	4,6/0,97	1,26/0,63	63,5/0,09	0,83/0,91	0,896
17	4,4/0,91	1,13/0,98	47,4/0,36	0,92/1,1	0,959
18	3,9/0,78	1,21/0,77	43,8/0,43	0,86/0,97	0,932
19	4,4/0,91	1,19/0,82	43,5/0,43	0,9/1,06	0,949
20	3,2/0,59	1,25/0,66	36,3/0,55	0,88/1,02	0,890
21	3,2/0,59	1,21/0,77	9,0/1,02	0,88/1,02	0,917
22	2,9/0,50	1,13/0,98	15,1/0,92	0,86/0,97	0,910
23	3,4/0,64	1,10/1,1	23,0/0,78	0,86/0,97	0,942
24	3,2/0,59	1,21/0,77	16,9/0,89	0,78/0,80	0,910
25	3,2/0,59	1,15/0,93	14,6/0,93	0,78/0,80	0,922
26	5,1/1,1	1,08/1,11	61,4/0,12	0,9/1,06	0,958

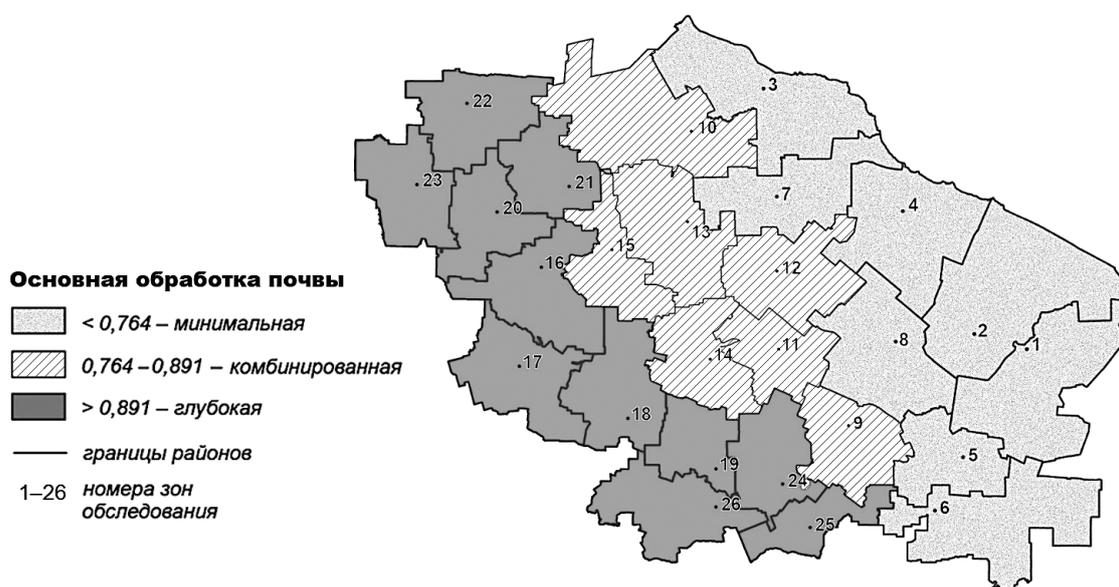


Рис. 1 – Рекомендуемые системы обработки почвы в определённых зонах Ставропольского края

щивание зерновых культур по занятым парам и непаровым предшественникам, принимается комбинированная система обработки почвы с отвальной или безотвальной обработкой до 20–22 см под предшественник с мелкой обработкой на 10–12 см под основную культуру. В восточных районах, традиционно ориентированных на возделывание озимой пшеницы в условиях сухого земледелия, с дефицитом гумуса и

осадков, приемлема минимальная мульчирующая обработка почвы комбинированными агрегатами с оставлением стерни.

Литература

1. Ахметзянов М.Р., Таланов И.П. Влияние систем основной обработки почвы и фонов питания на продуктивность культур звена полевого севооборота // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 5. С. 10–13.

2. Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P., Oparina O.S., Oparin M.L. // Scientific Bases for Ensuring Productive Longevity of Agrolandscapes in Russia Biology Bulletin. 2019. Т. 46. № 10. С. 1442–1447.
3. Минимализация обработки почвы и её влияние на агрофизические показатели чернозёма выщелоченного и урожайность полевых культур / А.С. Найденев, Н.И. Бардак, С.С. Терехова [и др.] // Научный журнал Кубанского ГАУ. 2018. № 140 (06). С. 1–11.
4. Динамика агрофизических свойств чернозёмов при длительном сельскохозяйственном использовании и пути их оптимизации в условиях Краснодарского края / А.С. Найденев, В.П. Василько, Н.И. Бардак [и др.] // Научный журнал Кубанского ГАУ. 2018. № 142 (08). С. 1–16
5. Yasnolob I.O., Chauka T.O., Gorb O.O. et al. Using resource and energy-saving technologies in agricultural production as a direction of raising energy efficiency of rural territories // Ukrainian journal of ecology. 2019. Т. 9. No.1. Pp. 244–250.
6. Cociu A.I., Alionte E. Effect of different tillage systems on grain yield and its quality of winter wheat, maize and soybean under different weather conditions // Romanian agr. research / Agr. research and development inst. Fundulea. 2017. No. 34. Pp. 59–67.
7. Woźniak A., Rachoń L. Effect of tillage systems on the yield and quality of winter wheat grain and soil properties // Agriculture (Switzerland). 2020. № 10(9). Pp. 1–12.
8. Cooper R.J., Nama-Aziz Z.Q., Hiscock K.M., Lovett A.A., Vrain E., Dugdale S. J., Noble L. Conservation tillage and soil health: Lessons from a 5-year UK farm trial (2013–2018) / Soil and Tillage Research, 2020. 202 p.
9. Klik A., Rosner J. 2020 Long-term experience with conservation tillage practices in Austria: Impacts on soil erosion processes/ Soil and Tillage Research/ 2020. 203 p.
10. Sweeney D.W. Tillage, Seeding Rate and Fertilizer Placement for Corn Grown in Claypan Soil under Low-yielding Conditions // Crop forage & turfgrass management. 2016. Т. 2. No. 1. Pp. 1–7.
11. Кузыченко Ю.А., Кулинцев В.В., Годунова Е.И. Системы обработки почвы в звене полевого севооборота для зоны Центрального Предкавказья. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2019. С. 12–18.
12. Кузыченко Ю.А., Кулинцев В.В., Кобозев А.К. Обобщённая оценка дифференциации систем основной обработки почвы под культуры севооборота // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 8. С.28–30.
13. Canales E., Bergtold J.S., Williams J.R. Modeling the Choice of Tillage Used for Dryland Corn, Wheat and Soybean Production by Farmers in Kansas // Agricultural and resource economics review. 2018. Т. 47. No. 1. Pp. 90–117.
14. Stagnari F., Galieni A., D'Egidio S., Pagnani G. Pisante. Sustainable soil management // Innovations in sustainable agriculture. М.: 2019. Pp. 105–131.
15. Трофимова Т.А. Оценка степени деградации чернозёмов ЦЧР и выбор оптимального способа основной обработки почвы // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (66). С. 63–70.
16. Сохт К.А. Машинные технологии возделывания зерновых культур. Краснодар, 2001. С. 24–28.
17. Куприченко М.Т. Бонитировка почв Ставрополья: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та. 2005. С. 26–50.

Юрий Алексеевич Кузыченко, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник. ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр». Россия, 356241, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49, smc.yuka@yandex.ru

Yuri A. Kuzychenko, Doctor of Agriculture, Chief Researcher. North Caucasus Federal Agrarian Research Centre. 49, Nikonova St., Mikhailovsk, Stavropol Territory, 356241, Russia, smc.yuka@yandex.ru